



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN SVÁŘECÍ HELMY S RESPIRÁTOREM

DESIGN OF WELDING HELMET WITH RESPIRATOR

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Antonín Paš

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Richard Sovják

BRNO 2019

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav konstruování
Student: **Antonín Paš**
Studijní program: Aplikované vědy v inženýrství
Studijní obor: Průmyslový design ve strojírenství
Vedoucí práce: **Ing. Richard Sovják**
Akademický rok: 2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Design svářecí helmy s respirátorem

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Svářecí helmy jsou využívány pro ochranu svářeče před negativními vlivy, které vznikají při svařování kovů. Ochrana pracovníků musí být cílena nejen na ochranu kůže a zraku, ale také proti vdechování nebezpečných substancí při procesu svařování a broušení. Vysokého stupně ochrany svářeče je docíleno kombinací svařovací helmy s respirátorem. Za pomoci vhodné kombinace tvarového a ergonomického řešení je možné docílit optimální ochrany kůže, zraku a dýchacího ústrojí svářeče.

Typ práce: vývojová – designéřská

Cíle bakalářské práce:

Koncept samostmívací svářečské helmy s PAPR filtrem určené pro profesionální použití během svařování, ale i broušení. Hlavním použitým materiálem bude adekvátní plast a požadovaná technologie samostmívací helmy a filtru. Předpokládá se velkosériová výroba.

Dílčí cíle bakalářské práce:

- analýza současné produkce z hlediska ergonomie, tvarového řešení, konstrukce a použitých technologií,
- návrh funkčního designu samostmívací svařovací helmy s PAPR filtrem,
- návrh grafického řešení nastavení stmívání svářečské helmy,
- odklápěcí popřípadě samostmívací hledí pro broušení,
- popis estetických, ergonomických a konstrukčních parametrů navrženého designu.

Požadované výstupy: průvodní zpráva, sumarizační poster, fotografie modelu, fyzický model.

Rozsah práce: cca 27 000 znaků (15 – 20 stran textu bez obrázků).

Struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2019.pdf

Seznam doporučené literatury:

KULA, Daniel, Elodie TERNAUX a Quentin HIRSINGER. c2012. Materiology: průvodce světem materiálů a technologií pro architekty a designéry. Praha: Happy Materials. ISBN 978-80-260-0538-4.

FIELL, Charlotte a Peter FIELL (eds.). Designing the 21st century: design des 21. Jahrhunderts Le design du 21 siècle. Köln: Taschen, c2001. ISBN 3-8228-5883-8.

LIDWELL, William. a Gerry. MANACSA. Deconstructing product design: exploring the form, function, usability, sustainability, and commercial success of 100 amazing products. Beverly, Mass.: Rockport Publishers, c2009. ISBN 1592533450.

NORMAN, Donald A. Emotional design: why we love (or hate) everyday things. New York: Basic Books, 2005. ISBN 0-465-05136-7.

THOMPSON, Rob. a Young Yun. KIM. Product and furniture design. New York: Thames & Hudson, 2011. Manufacturing guides. ISBN 0500289190.

DREYFUSS, Henry. Designing for people. New York: Allworth Press, 2003. ISBN 1581153120.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Práce analyzuje současnou nabídku svářečských helem a hledá možný prostor ke zlepšení. Na základě poznatků vyvozených z kritické rešerše je navržen nový koncept svářečské helmy s integrovaným PAPR respirátorem. Je kladen důraz na inovativní design, zlepšení ergonomie používání helmy a zachování bezpečnostních požadavků. Výsledný koncept ukazuje, jaké technologie by se mohly v budoucnu stát standardem ochranného vybavení pro svářeče.

KLÍČOVÁ SLOVA

svařování, svářečská helma, respirátor, PAPR, ADF

ABSTRACT

The bachelor thesis analyzes current offer of welding helmets on the market and searches for aspects that are to be improved. Based on conclusions made during critical research, a new concept of welding helmet with integrated powered air purifying respirator was designed. Crucial aspects of the design are innovative appearance, improvement of ergonomic qualities and fulfilling safety demands. Final concept suggests, which technologies might become future standard of protective equipment for welders.

KEYWORDS

welding, welding helmet, respirator, PAPR, ADF

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

PAŠ, Antonín. *Design svářečské helmy s respirátorem*. Brno, 2019, 73 s. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav konstruování. Vedoucí diplomové práce Ing. Richard Sovják

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Richardu Sovjákovi za trpělivost, cenné podněty a inspiraci, dále mé rodině a blízkým za neustálou podporu a Josefu Průšovi za sestrojení 3D tiskárny MK3.

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že diplomovou práci jsem vypracoval samostatně, pod odborným vedením Ing. Richarda Sovjáka. Současně prohlašuji, že všechny zdroje obrazových a textových informací, ze kterých jsem čerpal, jsou řádně citovány v seznamu použitých zdrojů.

.....

Podpis autora

OBSAH

1	ÚVOD	14
2	PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	15
2.1	Designérská analýza	15
2.1.1	Historický vývoj	15
2.1.2	Analýza trhu	16
2.2	Technická analýza	22
2.2.1	Svařování	22
2.2.2	Zdravotní rizika	22
2.2.3	Normy a bezpečnostní požadavky	23
2.2.4	PAPR	25
2.2.5	ADF	27
2.2.6	Ovládání	29
2.2.7	Filtr	30
2.3	Závazná struktura VŠKP.	Chyba! Záložka není definována.
2.3.1	Vývojová designérská	Chyba! Záložka není definována.
2.4	Řazení listů	Chyba! Záložka není definována.
3	ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	31
3.1	Analýza problému	31
3.1.1	Ovládání	31
3.1.2	Výhled	31
3.1.3	Ventilace	32
3.1.4	Vzhled	32
3.2	Cíl práce	33
4	VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	34
4.1	Konstrukčně technologické varianty	34
4.1.1	Klasický tvar ADF bez možnosti odklápění	34
4.1.2	Členité ADF umístěné blíže k očím, bez odklápění	34
4.1.3	Klasický tvar ADF s možností odklápění	35
4.2	Varianta 1	36
4.3	Varianta 2	38
4.4	Varianta 3	39
5	TVAROVÉ ŘEŠENÍ	40

5.1	Helma	40
5.2	PAPR Jednotka	44
6	KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	47
6.1	Ergonomické řešení	47
6.1.1	Pozice ADF	47
6.1.2	Nosné prvky	48
6.1.3	Přívod a rozvod vzduchu	49
6.1.4	Ovládací prvky	51
6.1.5	Výstražný systém	52
6.2	Konstrukčně technologické řešení	53
6.2.1	Použité materiály	53
6.2.2	Rozmístění funkčních prvků	53
6.2.3	Spojení PAPR s ADF	54
6.2.4	Rozměry	55
7	BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	56
7.1	Logo	56
7.2	Vlastní barevné řešení	57
7.3	Barevné řešení pro konkrétní výrobce	59
7.4	Grafické řešení nastavení ADF	61
8	DISKUZE	64
8.1	Psychologické funkce	64
8.2	Ekonomická funkce	64
8.3	Sociální funkce	65
9	ZÁVĚR	66
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	67
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN	70
12	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	71
13	SEZNAM PŘÍLOH	74

1 ÚVOD

Až do konce 19. století byl jediným známým způsobem spojování kovových materiálů kovářský svar, při kterém se dvě kovové součásti zahřály na vysokou teplotu a následně byly mechanicky spojeny za použití kladiva a hrubé síly. S rozvojem průmyslu a s ním související potřebou spolehlivé a rychlé spojovací metody bylo koncem 19. století vyvinuto tavné svařování. Nová technologie však s sebou přinesla několik nebezpečí, před kterými bylo potřeba pracovníky ochránit. Za tímto účelem vznikla svářečská helma.

Svářeči pracují celé hodiny v potenciálně nebezpečném prostředí – jsou vystaveni záření, výparům i jiným rizikům souvisejícím s konkrétním pracovištěm. Kromě samotného sváření musejí vykonávat i přípravné úkony, které mu předcházejí, jako je například broušení svařovaných ploch a pozicování součástí. Proto mají smysl samozatmavovací helmy a helmy s odklopným hledím, neboť zredukuje potřebu dodatečné manipulace s helmou při práci na minimum a tím výrazně zpříjemní a zrychlí činnost.

Primárním úkolem svářečské helmy byla historicky hlavně ochrana zraku, postupem času však přišlo zjištění, že v ohrožení není pouze zrak.

Při svařování mohou vznikat nebezpečné výpary které by při opakované expozici (jako u profesionálních svářečů) měly za následek poškození zdraví kumulativního charakteru s trvalými následky. Proto mají smysl helmy s integrovanou aktivní filtrací vzduchu, které chrání zdraví svářeče a zásobují jej vzduchem zbaveným kontaminace.

Cílem této práce je návrh svářečské helmy s integrovanou PAPR filtrací, která bude vhodná pro každodenní používání profesionálním svářečem, z čehož vyplývají následující požadavky – helma by měla chránit před nebezpečnými vlivy, tedy ozářením, výpary, roztaveným kovem a v malé míře i před hlukem. Vzhledem ke každodennímu použití by měla být uživatelsky přívětivá jak po stránce pohodlí, tak i uživatelského rozhraní a ovladatelnosti.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

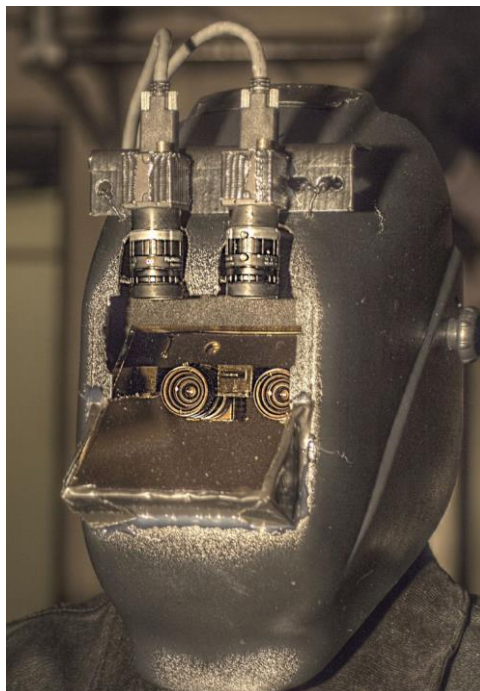
2.1 Designérská analýza

2.1.1 Historický vývoj

První svářečské helmy začaly vznikat společně s rozvojem tavného sváření ke konci 19. století. V takové formě, která při postupných inovacích setrvává dodnes, byla svářečská helma představena roku 1937 firmou Willson Products.

Řadu desetiletí pracovali svářeči s helmami, které sice umožňovaly průhled na zažehnutý oblouk, po jeho vypnutí však byly téměř neprůhledné. To se změnilo roku 1981, kdy švédská firma Hornell International představila systém, který detekuje jas oblouku a automaticky zatmaví hledí helmy. Nový produkt byl pojmenován Speedglas Auto-Darkening filter. Tento vynález velice ulehčil práci svářečům, kteří od té doby nemusejí odklápět helmu pokaždé, když mimo svařování samotné chtějí něco vidět.

Odkaz značky Speedglas žije dodnes, neboť roku 2004 americký korporát 3M odkoupil zbytky Hornellu a helmy pod označením Speedglas produkuje dodnes. [1]



Obr. 2.1 První samozatmavovací helma firmy Hornell International (1981) [2]

2.1.2 Analýza trhu

ESAB Sentinel A50 Air

Poslední výrobek švédské firmy ESAB se od jejich dosavadních produktů výrazným způsobem liší. Nejvíce evidentní změna se udála po vzhledové stránce, kde se tvar zcela zbavil jisté celkové hranatosti, která bývá pro svářečské helmy tak typická. Celý vnější plášť působí velmi čistým dojmem, uniformita je v menší míře narušena výraznými hranami v oblasti brady svářeče a také na bocích. Barevné řešení v matné šedi působí hodnotně a společně se žlutou tvoří příjemnou kombinaci.

Co se týče technických inovací, můžeme na helmě Sentinel nalézt několik praktických vlastností. Začneme samozatmavovacím filtrem (ADF – auto darkening filter). Ten nabízí dva režimy, kromě klasického nastavení pro sváření umožňuje i vypnutí zatmavování, díky čemuž je možné používat helmu i pro broušení bez nutnosti ADF odklápět, což v důsledku znamená jednodušší konstrukci helmy a v neposlední řadě i komfort uživatele, neboť změna režimu je proveditelná stiskem tlačítka umístěného zvenčí přímo na helmě. Negativem může být horší výhled, neboť svářeč se stále musí dívat skrz průzor o velikosti (100 x 60) mm. ADF je chráněn plastovým krytem, který může být dle výrobce v případě potřeby jednoduše a rychle vyměněn. Nastavení stmívání ADF je realizováno zevnitř helmy pomocí dotykového displeje, udávaná odezva je 0,04 ms, hodnocení optických vlastností dle normy EN 379:2003+A1:2009 je 1/1/1/2. (viz kapitola Normy a bezpečnostní požadavky). Helmu je možno používat i s PAPR jednotkou. (viz obrázek Obr. 2.2 Svářecí helma ESAB SENTINEL A50 Air s jednotkou PAPR [5])[3,4]



Obr. 2.2 Svářecí helma ESAB SENTINEL A50 Air s jednotkou PAPR [5]

Miller PAPR T94i-R

Po vzhledové stránce se helma T94i-R výrazně přiklání spíše ke tvarům typickým. Vzhled přední části je řízen hranatým tvarem ADF, kterému se zbytek skořepiny přizpůsobuje, směrem vzad se pak jakési tvarové napětí rozvolňuje. Celkově působí helma robustně a odolně, výraz spodní poloviny s respirátorem pak evokuje motocyklovou helmu.

Svářečské helmy firmy Miller Weld s PAPR se nabízejí v různých variacích. Proměnnou je zejména způsob, jakým je docíleno změny režimu sváření/broušení. Je možno odklápět celou vnější skořepinu masky s integrovaným ADF, samotný ADF který je v rámci celku oddělen, nebo půlku helmy jako je tomu u modelu T94i-R. To s sebou nese konstrukční obtíže, neboť je třeba helmu rozčlenit na tři části – spodní část s respirátorem a maskou pro broušení, horní odklápěcí část a na ní nejmenší demontovatelný kryt, pod kterým se ukrývá ADF, který by bez krytu nebyl jinak přístupný bez oddělení dvou hlavních celků. Výhodou odklápění celé horní části helmy je bezesporu možnost lepšího rozhledu pracovníka, protože s velikostí a tvarem masky pro broušení se malý průzor ADF, umístěného navíc dále od očí uživatele, zkrátka nemůže rovnat. Hodnocení filtru dle normy EN 379:2003+A1:2009 výrobce neudává. Rozhraní pro nastavování ADF je umístěno na jeho zadní straně. Připojená PAPR jednotka je napájena lithium-iontovými bateriemi a nabízí výdrž 8h. Výrobce slibuje 2 rychlosti filtrace vzduchu, který je navíc přiváděn do helmy na třech různých místech na každé straně. [6]



Obr. 2.3 Svářečí helma Miller T94i-R s PAPR jednotkou [7]

3M Speedglas 9100

Firma 3M je jedním z hlavních výrobců na trhu s filtrační technikou. Pro svářeče nabízí ucelenou sérii vybavení pod obchodní značkou Speedglas. Tato série se snaží stavět na vzájemné kompatibilitě součástí jednotlivých produktů, které jsou v podstatě variantními návrhy s jednotným designérským jazykem. Charakteristickým vizuálním znakem celé série jsou výrazné a líbivé boční linie, jimi vyvolaný dobrý dojem je však lehce narušen okolím zatmavovacího filtru, které působí poněkud amorfně a ve vztahu s celkem nejednotně. Zvolená barevnost je střídavá a přiměřená, stříbrný prvek je možná až příliš světlý s ohledem na to, že zvyrazňuje slabé místo celého designu.

Nabízí se helmy bez možnosti odklápění ADF, s odklápěním horní půli helmy, s odnímatelným rámečkem, ve kterém je osazen ADF, speciální úprava helmy pro rychlé připevnění k pracovní helmě, varianty bez možnosti osazení PAPR i verze které jsou tomu přizpůsobeny. Všechny verze podporující osazení PAPR jednotky pak používají stejnou komponentu – jednotku 3M Adflo, kterou lze pořídit i samostatně. [8]



Obr. 2.4 3M Speedglas 9100 s PAPR jednotkou 3M Adflo [9]

3M Speedglas 9100 FX

Speedglas 9100 FX nabízí možnost odklopného ADF, co umožňuje pohodlnější broušení a lepší výhled, když uživatel zrovna nesvařuje. Na vzhledu se tato změna projevuje výrazným zmenšením stříbrného prvku rámu ADF, jehož tvarování ve srovnání s jednoduchou helmou Speedglas 9100 působí více určitým a vyváženým dojmem. To zlepšuje i celkový dojem, který helma vyvolává – je vizuálně jednotnější a více ucelený.

Helma je opět osazena filtrační jednotkou Adflo. Filtrovaný vzduch není kvůli odklápění horní části helmy přiváděn nahoře ve středu jako u základního modelu 9100, ale z boku na stacionární části skořepiny. ADF, stejně jako u všech ostatních modelů série, nevyužívá napájení integrovaným solárním panelem, jak je tomu u konkurence, nýbrž baterie, u které výrobce udává 1 800 pracovních hodin výdrže. Dle standardu EN 379:2003+A1:2009 (viz kapitola 2.2.3 - Normy a bezpečnostní požadavky) jsou optické vlastnosti hodnoceny jako 1/1/1/2, velikost průzoru pak dosahuje (107x72) mm. Nastavení stmívání, režimu a reakčního času zatmavení/prosvětlení je realizováno ze zadní strany ADF, detekce hořícího oblouku probíhá automaticky s odezvou 0.1 ms. [8, 10]



Obr. 2.5 3M Speedglas 9100 FX s odklopným ADF a PAPR jednotkou 3M Adflo [11]

Optrel Panoramaxx

Helma Optrel Panoramaxx se snaží vyřešit jeden z problémů, který je pro svářečí helmy poměrně běžný, a to malý zorný úhel. Výrobce se rozhodl i přes větší výrobní náklady a složitost výroby vytvořit ADF jiného než obdélníkového tvaru, který byl díky tomu umístěn do bezprostřední blízkosti očí svářeče. To se výrazně projevuje i na celkovém tvarování, které je velmi neotřelé a originální. Matné skořepině však chybí jistá určitost tvarů, osazení na přívodní hadici pro vzduch působí rušivě a nepatřičně, přední část helmy s výstupkem pro nos působí pak příliš masivně.

Originálně tvarovaný filtr s sebou přináší několikanásobně větší zorné pole ve srovnání s běžným obdelníkovým ADF zastavěným dále od očí uživatele. Filtr je napájen solárním panelem, popřípadě integrovanou baterií, pro jejíž dobíjení se dá použít micro USB kabel. Další avizovanou zajímavou technologií je funkce automatického nastavení stmívání AutoPilot, která detekuje intenzitu svitu oblouku a podle ní reguluje míru zatmavení. Funkci je možno vypnout a nastavit požadované vlastnosti i ručně. Na první pohled je zřejmé, že jedinečná konstrukce helmy nepočítá s možností odklápění ADF. Výrobce však udává že jimi vyvinutý filtr má za vypnutého stavu rekordně vysokou světelnou propustnost a odklápění díky tomu není třeba. Odezva filtru je 0.09 ms, optický standard 1/1/2.

Otočné prvky na bocích helmy pak slouží k lehké korekci pozice helmy bez nutnosti snímat ji z hlavy a upravovat hlavové popruhy. Tedy buďto ke změně úhlu helmy, nebo k lehkému posuvu vpřed/vzad v ose pohledu svářeče. Helmu je možno zakoupit buďto v klasické verzi nebo ve variantě přizpůsobené k osazení PAPR jednotky. [12]



Obr. 2.6 Svářečí helma Optrel Panoramaxx s možností osazení PAPR jednotky [13]

Jackson Safety WH70

Helma výrobce Jackson Safety opět nabízí dvě provedení, z nichž jedno i s možností integrace PAPR. WH70 se podobně jako helmy firmy ESAB a 3M vyznačuje odchýlením se od hranatého standardu. Celistvost tvaru je značně rozbita oranžovým rámečkem okolo ADF. Mezi zajímavé prvky patří linie obepínající celou vnější skořepinu, které se v horní zadní části obrací a tvoří vizuálně zajímavý odlesk. Na levé straně helmy si pak můžeme povšimnout multifunkčního ovladače ADF. Poměrně nehezkým aspektem tvarového řešení je fakt, že obdélníky vyskytující se na filtru nijak nekorespondují s tvarem skořepiny, což například firma ESAB vyřešila překrytím, které navíc sloužilo i jako přídatná ochrana ADF proti poškození.

ADF je umístěno běžným způsobem bez možnosti odklápění. Optické vlastnosti filtru dosahují hodnocení 1/1/1/1, což produkt řadí do kategorie vybavení pro profesionály. Kromě dobrých optických vlastností výrobce udává dobu odezvy filtru 0.15 ms, možnost aktivace režimu broušení, ovládání stmívání, odezvy, citlivosti a přepínání režimu vně helmy. ADF je pak napájen pouze solárními panely bez nutnosti vkládat baterie. Velikost průzoru je (96x68,5) mm, což je srovnatelné se stejně koncipovanými výrobky konkurence. [14, 15]



Obr. 2.7 Helma Jackson Safety WH70, provedení bez osazení pro PAPR [14]

2.2 Technická analýza

2.2.1 Svařování

Svařování je proces, sloužící k vytvoření spoje dvou součástí. Hlavním principem svařování je vznik nových meziatomárních vazeb, což ale není za běžných podmínek možné. Proto je třeba vytvořit vhodné podmínky působením tlaku či tepla, což vznik nových vazeb umožní. Takovýto spoj je pak trvalý a nerozebíratelný. [16]

Obecně svařování můžeme rozdělit na tavné a tlakové. Tyto dvě hlavní skupiny se pak dělí na konkrétní metody, se zadanou problematikou však bezprostředně souvisí pouze svařování tavné obloukové. Ze způsobů tavného obloukového svařování nás budou zajímat zejména MMA, MIG/MAG a TIG. Tyto bývají prováděny ručně, a právě při nich je třeba brát zřetel na příčinnou ochranu pracujícího svářeče.

2.2.2 Zdravotní rizika

ZÁŘENÍ

Oblouk emituje několik typů záření – ultrafialové, infračervené i viditelné světlo. Chránit před nimi zrak pracovníka je primární úlohou helmy. Infračervené záření může způsobit popálení sítnice či šedý zákal. I krátkodobé vystavení ultrafialovému záření pak má za následek podráždění očí až dočasné oslepnutí. Při opakovaném ozařování pak obé může způsobit trvalé poškození zraku. Viditelné spektrum vyzařované elektrickým obloukem i rozžhaveným kovem je třeba tlumit z toho prostého důvodu, že je příliš jasné.

VÝPARY A PLYNY

Míra nebezpečnosti výparů vznikajících při sváření závisí na konkrétních použitých materiálech, od základního kovu přes elektrody až po případné povrchové úpravy svařovaných součástí. Obecně však platí, že vdechování výparů není zdraví prospěšné a v určitých případech může být životu nebezpečné. Kontaminovaný vzduch obsahuje pevné kovové částice, oxidy dusíku NO_x či ozon, který vzniká ve vzduchu působením silného UV záření. [17]

Velmi nebezpečnou metodou z hlediska radiace je sváření TIG. Při práci s wolframovou elektrodou, která se používá při sváření hliníku střídavým proudem, hrozí riziko kontaminace radioaktivním oxidem thoria, který je v tomto druhu elektrod obsažen.

Akutními stavy nastávajícími z důvodu vdechování kontaminovaného vzduchu mohou být nevolnost či horečka. Dlouhodobé opakované vystavení nebezpečným plynům a výparům pak může zanechat následky v podobě nevratného poškození dýchacích cest či siderózy.

POPÁLENÍ

Zažehnutý oblouk v závislosti na metodě sváření může dosahovat teplot od 4 000 °C do 15 000 °C. [18] Kromě přímému popálení od rozzhavených součástí je zde i riziko prskajícího tekutého kovu, před kterým je třeba se chránit vhodným pracovním oděvem v kombinaci s použitím svářečské helmy.

OSTATNÍ RIZIKA

Vyjma nebezpečí vzniklých přímo samotným svářením je vhodné brát v potaz i rizika související s prostředím, ve kterém svářeč pracuje. Mohlo by dojít například k pádům, výbuchu či jiným nebezpečným událostem. Proto je obligátní, aby helma měla jistou mechanickou odolnost, aby dokázala ochránit svého nositele např. před padajícím předmětem nebo jiným potenciálním rizikem tohoto rázu.

V závislosti na metodě sváření je pracovník vystaven určité hladině hluku. Při svařování tavitelnou elektrodou může hluk dosahovat až 90 dB(A). Uvádí se, že práce v takto hlučném prostředí po několik hodin denně (např. ve směnném provozu) je z hlediska poškození sluchových orgánů nebezpečná. [19] Hluk vzniká i při broušení a dalších pracovních úkonech.

Dále pak hrozí nebezpečí zásahu elektrickým proudem či úrazů jiných částí těla než hlavy, jim však svářečská helma předejít nemůže a při návrhu na ně nebude brán zřetel.

2.2.3 Normy a bezpečnostní požadavky

Svářečské helmy a jejich komponenty podléhají technickým požadavkům, které byly v rámci standardizace a sjednocení definovány v evropských normách EN. Bylo nutné zajistit standardní úroveň ochrany u tří zásadních komponent helmy – ADF, systému PAPR a u vnější ochranné skořepiny. Dané problematiky se týkají následující normy:

OCHRANA HLAVY

EN 397:2012+A1:2012 - Průmyslové ochranné přilby

OCHRANA PROTI ZÁŘENÍ:

EN 166:2001 - Prostředky k ochraně očí - Základní ustanovení

EN 169:2002 - Filtry pro svařování a podobné technologie.

EN 170:2002 - Filtry proti ultrafialovému záření

EN 171:2002 - Filtry proti infračervenému záření

EN 175:1997 - Prostředky pro ochranu očí a obličeje při svařování a podobných postupech

EN 379:2003+A1:2009 - Automatické svářečské filtry

OCHRANA DÝCHACÍCH CEST

EN 136:1998 - Obličejové masky

EN 14387:2004+A1:2008 (dříve EN 141) - Protiplynové a kombinované filtry

EN 143:2000 - Filtry proti částicím

EN 12941:1998 (dříve EN 146) - Filtrační prostředky s pomocnou ventilací připojené k přilbě nebo ke kukle

Norma EN 379 mimo jiné popisuje optické vlastnosti ADF, které jsou hodnoceny čísly od 1 do 3 (1 znamená nejlepší vlastnosti, 3 nejhorší). Danými kritérii jsou

1. Přesnost obrazu (míra deformace)
2. Rozostření obrazu
3. Rovnoměrnost odstínění
4. Vliv světelného prostupu na úhlu pohledu



Obr. 2.8 Optické vady 1-3 posuzované v normě EN 379 [20]

Ačkoli čtyřmístné hodnocení optických vlastností filtru je dáno pouze normou evropskou a neplatí celosvětově, větší světoví výrobci jej používají ke vzájemnému srovnání produktů a výrobky s označením 1/1/1/1 jsou obecně zárukou kvalitního obrazu bez nepříjemných vad komplikujících práci.

2.2.4 PAPR

Zkratka PAPR označuje tzv. „Powered Air Purifying Respirator“, tedy respirátor, který aktivně čistí vzduch pro svého uživatele, přičemž ke své činnosti využívá napájení elektrickou energií. Úkolem PAPR je chránit pracovníky v různých průmyslových odvětvích před jakýmkoli vystavením kontaminovanému vzduchu, ať už se jedná o zaměstnance ve zdravotnictví, výzkumu, či o svářeče. Bývají též označovány jako „positive-pressure masks“, čili přetlakové masky.

Obecně se PAPR skládá z filtrační jednotky a masky. Filtrační jednotka bývá umístěna odděleně. Zbavuje okolní vzduch potenciálně nebezpečných látek a následně jej přivádí do masky pod mírným přetlakem, což má z provozního hlediska dvě výhody. První z nich je, že mírný přetlak v masce zamezuje vniknutí kontaminovaného plynu z okolí v případě narušení těsnosti masky (například poškozením). V souvislosti s tím je pak možné netrvat na absolutní těsnosti (s jakou se můžeme setkat například u dýchacích přístrojů pro požárníky). U masky pro sváření je pročištěný vzduch vháněn neustále a neexistuje žádná limitující zásoba, což umožňuje jistou míru netěsnosti. Tu je možno transformovat v rozvolnění konstrukce a tím pádem i větší volnost a pohodlí svářeče, který s helmou pracuje celé hodiny.



Obr. 2.9 Filtrační jednotka 3M Versaflo TR-300+ [21]



Obr. 2.10 Rozložená PAPR jednotka firmy Miller Weld [22]

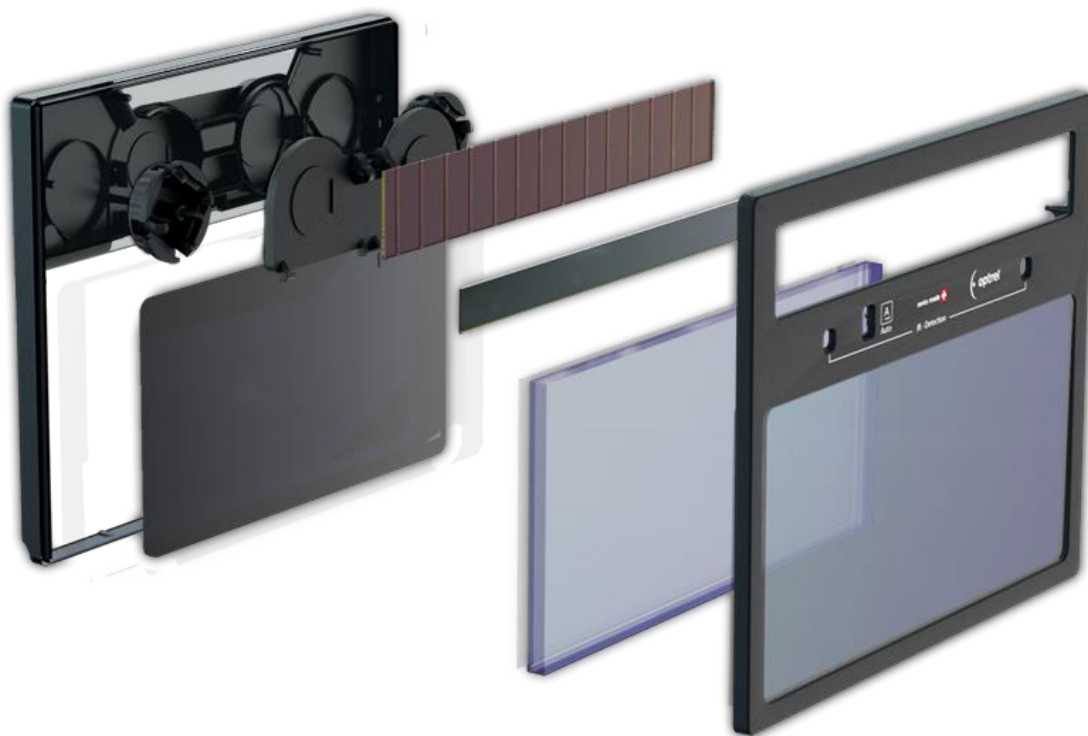
Hlavní součásti filtrační jednotky můžeme popsat s pomocí obrázku výše. PAPR jednotka je rozložená a je možno rozlišit nosnou část, kterou si svářeč připevní nad pas, a v níž je zabudován hnací větrák. Ten saje vzduch přes sérii filtrů (vlevo dole), upevněných na nosné části, které jsou před poškozením chráněny plastovým krytem s průduchy. K nosné konstrukci je dále připevněna baterie (vpravo dole), zásobující jednotku elektrickým proudem. Z praktického hlediska je skvělým řešením použití více baterií, které uživatel PAPR jednotky může střídat a pracovat, zatímco se rezervní baterie nabíjí. V horní části jednotky je pak připevněna přívodní hadice, která spojuje ventilátor s maskou. Ovládací prvky, sloužící k nastavení jednotky, jsou též umístěny na její horní straně, především z důvodu snadné přístupnosti a dobré ovladatelnosti i při práci.



Obr. 2.11 Nosná část jednotky 3M Adflo s radiálním ventilátorem a indikátorem nabití baterie [23]

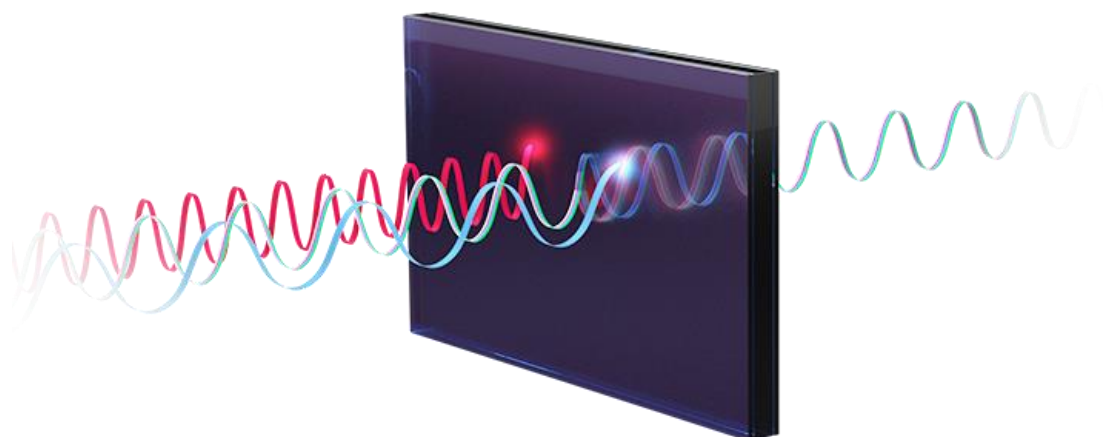
2.2.5 ADF

Tzv. ADF, nebo též samozatmavovací filtr, je klíčovou součástí svářečské helmy. Chrání zrak svářeče před zářím emitovanou obloukem. K odfiltrování různých nežádoucích složek jsou použity LCD panely a UV/IR filtr. Samotné stmívání filtru, tedy činnost LCD panelů, je pak řízeno na základě signálu ze senzorů, které detekují zážeh oblouku s minimální odezvou. Do LCD je na základě vstupu ze senzorů vyslán elektrický impuls, který v závislosti na nastavení a vstupní hodnotě mění orientaci tekutých krystalů a tím i světelnou propustnost ADF. UV/IR filtr pak odráží infračervené a ultrafialové záření nezávisle na tom, zda je LCD v propustném či nepropustném stavu. Elektrické energie potřebná pro funkci ADF může být zajištěna dvěma způsoby – buďto je ADF zásobován energií z integrované baterie nebo ze zabudovaných solárních článků. I filtr vybavený solárními články však potřebuje pro svou činnost záložní baterii menší kapacity. Všechny klíčové funkční součásti filtru jsou pak uzavřeny do schránky a z obou stran chráněn vyměnitelnými kryty. Úlohou předního krytu je ochránit filtr před prskajícím roztaveným kovem, vnitřní kryt pak má sloužit především proti vniknutí prachu do filtru. [24]

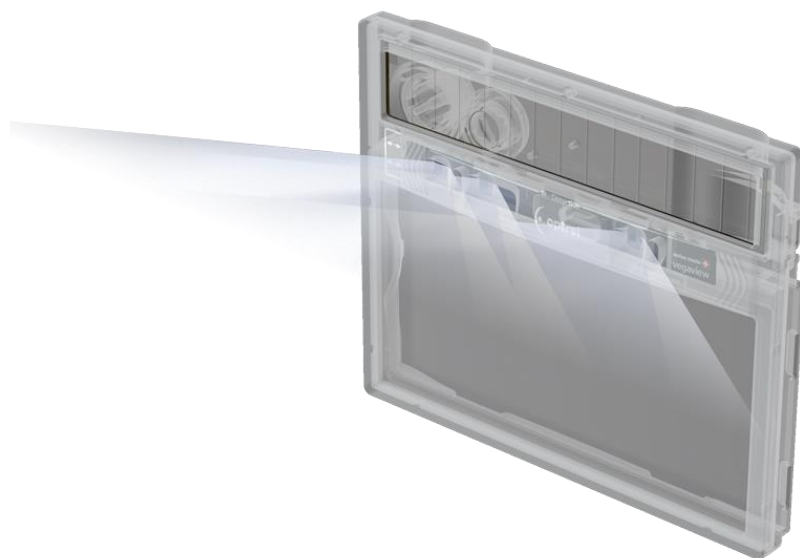


Obr. 2.12 Rozklad standardního ADF firmy Optrel [24]

Na obrázku výše můžeme vidět všechny důležité součásti ADF, zleva: zadní kryt, UV/IR filtr, solární článek k napájení ADF, LCD panely a přední kryt s osazenými senzory



Obr. 2.13 UV/IR filtr odrazí ultrafialové i infračervené záření, propustí pouze viditelné spektrum utlumené LCD panelem [24]



Obr. 2.14 Senzory umístěné na přední straně ADF mají dané zorné pole, za zavážení stojí možnost jeho změny (např. aby nedošlo ke spuštění filtru jiným svářečem v bezprostředním okolí) [24]

2.2.6 Ovládání

Ovládání ADF může být řešeno třemi způsoby. Tradičním způsobem jsou jednoduché otočné přepínače. V dnešní době se však do popředí dostávají modernější řešení, ať už jde o kompaktní tlačítkový způsob nastavení (viz obr. 2.15) nebo zcela dotykové nastavení (viz obr. 2.16). Poslední dva způsoby jsou méně prostorově náročné, a dávají výrobcům prostor pro vlastní rozložení a grafické řešení ovladače, na rozdíl od otočných spínačů, které jsou v tomto ohledu poměrně omezující. Výrazným kladem otočných spínačů ve srovnání s ovládáním tlačítky či pouhým dotykem je masivnější provedení a možnost měnit nastavení i v rukavicích, což může být s tlačítky obtížné a s dotykovým ovládáním nemožné.

Pro ovládací prvky umístěné vně helmy je nutné použít klasických ovladačů, protože s nimi bude manipulováno v pracovních rukavicích. Právě tam je vhodné situovat ovládání klíčových funkcí, které svářeč potřebuje měnit často, a proto by nebylo žádoucí omezovat jejich nastavení nutností sejmutí helmu.



Obr. 2.15 Jednodušší rozhraní ADF Jackson Safety TrueView 2 se třemi režimy [25]



Obr. 2.16 Dotykové LCD rozhraní nastavení stmívání helmy ESAB Sentinel A50 [26]

2.2.7 Filtr

PAPR jednotka pro použití při sváření je vybavena minimálně dvěma filtry – jemným částicovým/protiplynovým filtrem k pohlcení prachu, jemných kovových částic vznikajících při broušení a kovových výparů či jiných škodlivých substancí, které při sváření vznikají. Před samotným jemným filtrem se nachází jeden či více předfiltrů, které oddělí nejhrubší nečistoty.

Dle normy EN 12941 se stupeň ochrany respirátorů, resp. filtrů dělí do třech tříd, TH1, TH2 a TH3. Pro svařování je vhodné, aby PAPR dosahoval nejvyšší úrovně ochrany TH3. Pro splnění normy je nutné použít částicový filtr s propustností méně než 0,2 % částic, což platí i pro filtr protiplynový.

Částicové filtry

Částicové filtry se rozdělují do kategorií podle propustnosti. Aby PAPR vyhovoval normě EN 12941, je třeba použít nejméně HEPA filtr třídy E12 (hodnota průniku méně než 0,5 %), v lepším případě však filtry třídy H13 a vyšší.

Protiplynové filtry

Dle EN 12941 se protiplynové filtry dělí do tříd v závislosti na tom, proti kterým plynům mají chránit, a dále do třech kategorií 1-3 podle jejich kapacity.

Pro použití v PAPR pro svařování je třeba použít filtr typu B (pro užití proti anorganickým plynům a parám) vyrobené konkrétně pro nebezpečné plyny vznikající při sváření (např. oxidy svařovaných kovů, oxidy dusíku, fosgen) [27], či NO_x (pro nitrozní plyny). Zanedbávána je pak ochrana proti oxidu uhelnatému (CO), který může v určitých případech také vznikat a pro jehož eliminaci je zapotřebí katalytický filtr, který se u PAPR jednotek pro svařování nepoužívá. [28]

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

3.1 Analýza problému

Z kritické rešerše vyplynulo několik faktů, do jisté míry určujících směr, kterým by se měl návrh ubírat. Předně je to zjištění, že ochrana svářeče před potenciálně nebezpečnými vlivy je obecně na velmi dobré úrovni, a v této oblasti moc prostoru pro výrazná vylepšení není. Stačí se tedy držet nastavených bezpečnostních standardů. Kde je však možné posunout problematiku kupředu je ergonomie užívání a ucelené tvarové řešení.

3.1.1 Ovládání

Z uživatelského hlediska by bylo vhodné nalézt vhodné rozložení ovládacích prvků ADF tak, aby úprava klíčových funkcí mohla probíhat při práci bez nutnosti sejmout helmu. Jelikož je žádoucí, aby helma umožňovala i efektivní vykonávání činností se svářením souvisejících, stojí za zvážení, který ze způsobů, jak toho dosáhnout, je nejvhodnější. Nabízí se možnost klasické celistvé helmy s režimem broušení integrovaným v ADF, dělená helma s odklopným ADF, popřípadě nekonvenční řešení ADF jako u výrobku firmy Optrel. (viz str. 20).

Zvenčí by mělo být dostupné minimálně přepínání režimů broušení/sváření a nastavení úrovně stmívání. Rozšiřujícím nastavením by mohlo být přímé propojení helmy s PAPR jednotkou, konkrétně ovládání rychlosti větráku.

Alternativním řešením problému s ovládáním by tak jsešlo užití funkce automatického nastavování ADF, kterou již disponují některé existující produkty. Principem se od běžného ADF nijak neliší – obloúk je shodně snímán senzory, na základě měření je pak automaticky upravena úroveň zatmavení. Aplikace tohoto systému je z uživatelského pohledu nejpohodlnější – nejen že umožní změnu nastavení ADF bez nutnosti snímat helmu z hlavy, navíc vše probíhá bez intervence uživatele.

3.1.2 Výhled

Dalším problémem k řešení je výhled z helmy. Klasický koncept je značně omezen velikostí průzoru ADF a jeho vzdáleností od očí svářeče, odklopná varianta zase trpí komplikovaností konstrukce za cenu výrazně lepšího výhledu do všech směrů, přičemž směrem dolů ještě existuje prostor ke zlepšení. Pokud se tvar ADF odchýlí od obdélníkového standardu, umožní to jeho přesunutí blíže k očím svářeče, tedy i výrazné zvětšení zorného pole. Negativem tohoto přístupu však je komplikovaný tvar a tím pádem i náročnější výroba.

Pro návrh budou zvažovány dvě varianty – buďto klasické ADF s obdélníkovým průzorem, umístěné co možná nejbližší očím uživatele, s největší možnou velikostí průhledu. Druhou možností bude komplexně tvarované ADF podobné brýlím, jaké bylo užito u helmy Optrel Panoramaxx.

3.1.3 Ventilace

Optimální přívod a cirkulace filtrovaného vzduchu zaslouží neméně pozornosti. Většina PAPR helem funguje tak, že je vzduch přiváděn v zadní horní části helmy, tj. v oblasti temene hlavy svářeče, což je, pokud uvažíme vzdálenost od jeho úst, poměrně nevhodné řešení. Na druhou stranu je však toto řešení vhodné z pohledu konstrukce a pohodlí práce. Umístění přívodní hadice zepředu nepřipadá v úvahu z více důvodů. Přívod bude tedy umístěn na zadní straně helmy, je ovšem nutné zvolit z možných řešení to nejvhodnější. Nabízí se zmiňovaný přívod vzadu nahoře, níže položený přívod zboku, popřípadě tentýž boční přívod z obou stran.

	Důležitost	Shora	Zboku jednostranně	Zboku oboustranně
Vyváženost helmy	3	1	2	1
Rovnoměrnost rozvodu vzduchu	3	1	2	1
Složitost konstrukce	3	1	2	3
Rychlost montáže hadice	2	1	1	3
Práce ve stísněném prostoru	2	2	1	1
Riziko poškození hadice při práci	2	2	1	1
Délka hadice	1	2	1	2
Skóre		21	25	27

Tab. 3.1 Analýza způsobů přívodu vzduchu. (nejnižší skóre = nejlepší)

Dle analýzy dílčích faktorů se jako nejlepší řešení jeví přívod vzduchu vzadu v horní části helmy, a to zejména kvůli pohodlí svářeče. Bude poskytovat jak dostatečný rozvod vzduchu, tak vyváženost helmy. Z hlediska složitosti konstrukce je jednodušší než boční oboustranný přívod, a to při zachování srovnatelných vlastností ohledem rozvodu vzduchu a snadnější manipulaci s hadicí, která se obejde bez rozdvojky, jakou vyžaduje oboustranný přívod. Jednostranný boční přívod sice nedosáhl nejhoršího skóre, vyloučil jsem jej však především proto, že zaostával ve vlastnostech, které jsem označil jako nejdůležitější.

3.1.4 Vzhled

Společným vizuálním znakem všech produktů s PAPR jednotkami je tvarová nejednotnost helmy a zbytku sestavy respirátoru. Ať už je to způsobeno tím, že PAPR jednotka nebyla vyvíjena souběžně s helmou a prodává se dodatečně, nebo byla upřednostněna její funkčnost a vzhledu nebyla věnována pozornost, jde o aspekt, který by mohl být vylepšen.

3.2 Cíl práce

Na základě analýzy problému a rešerše je možné stanovit si několik dílčích cílů, při jejichž splnění by mohl vzniknout hodnotný návrh, a to jsou:

- dostatečně dobrý výhled z helmy,
- možnost jejího použití pro broušení,
- dostatečný přívod vzduchu,
- rozvod vzduchu uvnitř helmy,
- dotykové ovládání ADF,
- vizuální sjednocení helmy a PAPR jednotky.

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

4.1 Konstrukčně technologické varianty

4.1.1 Klasický tvar ADF bez možnosti odklápění

Klasicky tvarovaný ADF (tedy obdélníkový) je z konstrukčního hlediska nejméně komplikovanou variantou, avšak ohledně aspektů stanovených jako cíle práce s sebou nese jisté omezení. Konkrétně stran výhledu z helmy není obdélník ideální z toho hlediska, že díky umístění dál od očí svářeče je jedinou možností, jak zlepšit výhled z helmy, zvětšení plochy průzoru. To se promítá do celkového tvarového řešení tím, že do vnější skořepiny je třeba zastavět kvádr nemalé velikosti, přičemž tento svou formou nijak nekoresponduje s tvarem lidské hlavy, tedy ani s tvarem jakého bych chtěl při návrhu dosáhnout.

Obecně bude helma s klasickým ADF vždy více odsazena od obličeje uživatele směrem dopředu. To se projeví i nepatrným posunem těžiště směrem vpřed, což je jasným negativem. Naopak z hlediska proudění vzduchu větší odsazení skořepiny zajistí i více místa pro jeho rozvod. Více místa mezi skořepinou a obličejem uživatele však znamená i větší tzv. mrtvý objem prostoru odděleného od okolí (čím menší mrtvý objem, tím lépe)

Pro režim broušení v nezatmaveném stavu ADF je malé zorné pole ještě více omezující, neboť se pracovník nepotřebuje nutně soustředit jen na jedno místo – svar, pro který menší průzor postačuje. Především kvůli broušení má tedy smysl výrazné zvětšení zorných úhlů či možnost odklápění ADF.

4.1.2 Členité ADF umístěné blíže k očím, bez odklápění

Pokud se tvar ADF na úkor složitosti výroby a výrobních nákladů přizpůsobí anatomii obličeje, zejména pozici nosu, je možné přiblížit jej očím svářeče, což má hned několik pozitiv. Především je to výrazně větší zorné pole ve srovnání s klasickou verzí posazenou dále od očí. Díky tomu je možno dosáhnout menších rozměrů helmy a celkově skořepinu více přiblížit obličej, tedy přesunout těžiště vzad a zmenšit mrtvý objem vzduchu v masce. Pokud se takto podaří výrazně zlepšit výhled z helmy, měl by být dostatečný i pro režim broušení bez nutnosti dalšího odklápění ADF.

Z uvedených tří možností se řešení se členitým ADF jeví jako ideální kompromis mezi konstrukční složitostí helmy a výhledem. Proto použijí právě toto řešení pro své návrhy.

4.1.3 Klasický tvar ADF s možností odklápění

Negativum horšího výhledu při broušení lze u klasicky tvarovaného ADF kompenzovat jeho odklápěním. Pod samozatmavovacím filtrem je v tomto případě ukryto výrazně větší hledí. Navíc může být zcela transparentní, čemuž se nemohou rovnat ani ADF, které mají velmi dobrou světelnou propustnost. Dělená helma je však konstrukčně složitější při zachování všech ostatních negativ klasické varianty. Proto ji nebudu pro svůj návrh zvažovat.

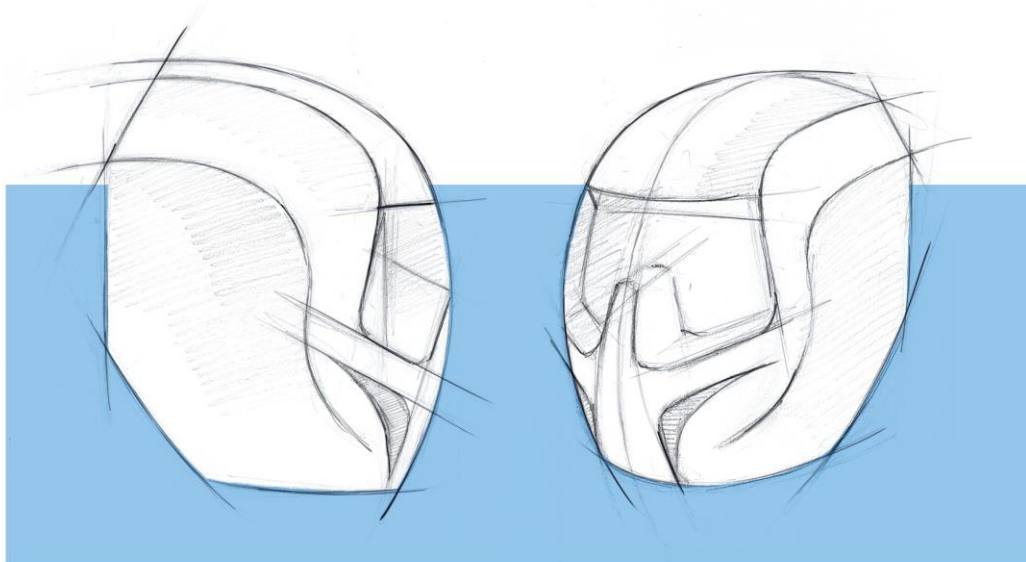


Obr. 4.1 Systém odklápění helmy Miller T94i-R [6]

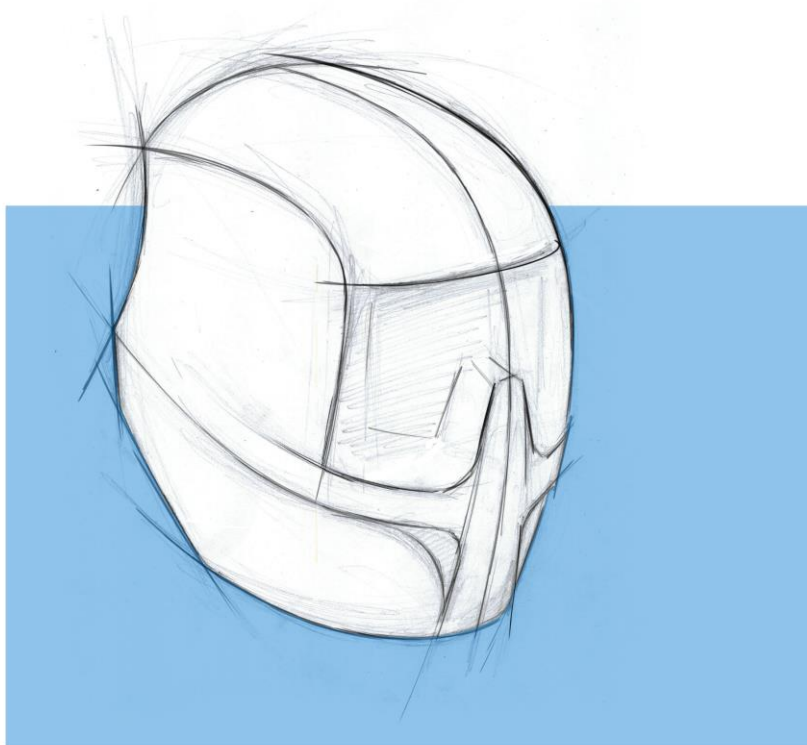
4.2 Varianta 1

Hlavním prvkem návrhu, který ovlivňuje celkovou formu, je komplexně tvarovaný ADF, posazen blíže k očím uživatele. Díky tomu je helma ve směru pohledu svářeče kompaktnější.

Design se nese v duchu oblých linií, které obepínají čelní část helmy a ubíhají směrem vzad, kde se jejich oblouk postupně rozvolňuje. Poměrně určujícím aspektem je přiznané vybrání pro nos, které se zde promítá kromě ADF i do vnějšího krycího hledí. Kromě tvaru hledí, který vychází z ADF a tvoří jakýsi přechod mezi jeho hranatostí a oblinami skořepiny, je dalším výrazným prvkem výrazný prolis v oblasti brady. To vytváří nezvykle čisté a sladěné tvarování čelní části ve srovnání s obvyklejšími řešeními, která v oblasti brady uživatele evokují přítomnost průduchů či prodyšné mřížky. Boky helmy jsou složeny z relativně rovných a jednoduchých ploch, což poskytne dostatek prostoru pro případné umístění nezbytných ovladačů ADF a otočného ovládání polohování helmy.



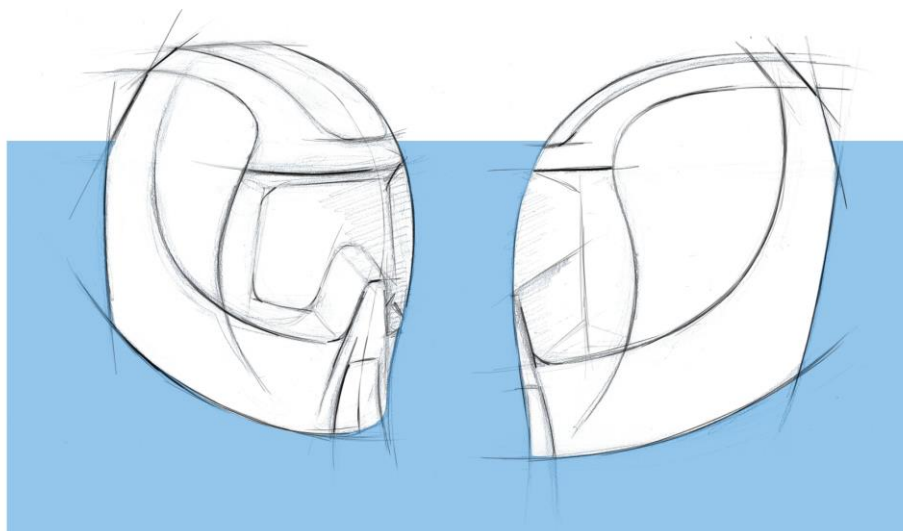
Obr. 4.2 Varianta 1, boční a perspektivní pohled



Obr. 4.3 Varianta 1, alternativní provedení boku helmy

4.3 Varianta 2

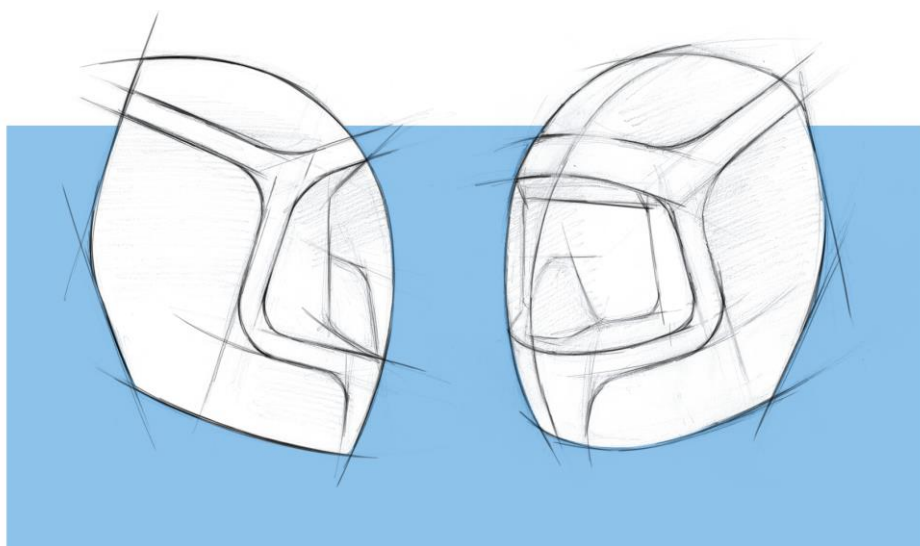
Výrazným tvarovým prvkem návrhu je kapkovitý tvar na bocích helmy, který vzniká křížením linií určujících bok a spodek hledí. V zadní části by linie mohla přejít v prolis, který celou skořepinu jak vizuálně, tak strukturálně zpevní. Linie boku hledí svým vyklenutím evokuje jisté napětí čelní části. To je vespod rozbito přiznaným prolisem vybrání pro nos, které svými bočními tahy pokračuje směrem dolů a ohraničuje prostor, který svým tvarováním evokuje průduchy vzduchu či přítomnost úst uživatele. Aplikace tohoto tvarového prvku však není nutná, nabízí se varianta vizuálně čistější, tedy bez něj.



Obr. 4.4 Varianta 2, boční a perspektivní pohled

4.4 Varianta 3

Na rozdíl od 1. varianty, která se snažila hledí tvarově začlenit do vnější skořepiny je zde zmíněné výrazně vyčleněno. Jeho obvodové linie v dolních rozích ohraničuje rámeček, který se vespod vytrácí, v horní části pak linie rámečku poměrně ostře zahýbá na boční stěnu a ubíhá směrem vzad. Boční stěna pak opět zůstává jednoduchá a nečleněná, počítá se s umístěním nezbytných ovládacích prvků. Dalším aspektem je řešení vybrání pro nos, které není přiznané, nýbrž skryté za hledím. Díky tomu helma na první pohled působí opět velmi jednoduše a tvarování čelní části nebude ničím tříštěno.



Obr. 4.5 Varianta 3, boční a perspektivní pohled

5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

Helma pro svářeče by měla svým výrazem do jisté míry naznačovat, k čemu slouží. Má-li chránit před nebezpečnými vlivy, měl by její tvar být takový, aby působila robustně a budila dojem, že je sama odolná a pracovníka skutečně ochrání dokáže.

Je nutné vypořádat se s tím, aby návrh nesklouzl k přílišné jednoduchosti a redukci tvaru na nezbytné minimum, zároveň však nebyl zbytečně přetvarovaný a zvolená forma splňovala výše zmíněný požadavek na robustní vzhled.

Ke zpracování byla nakonec vybrána varianta 1. Hlavním důvodem je největší originalita nosného prvku, kterou další dvě varianty postrádají, neboť jsou spíše odkazem na již existující typy helem různých účelů.

5.1 Helma

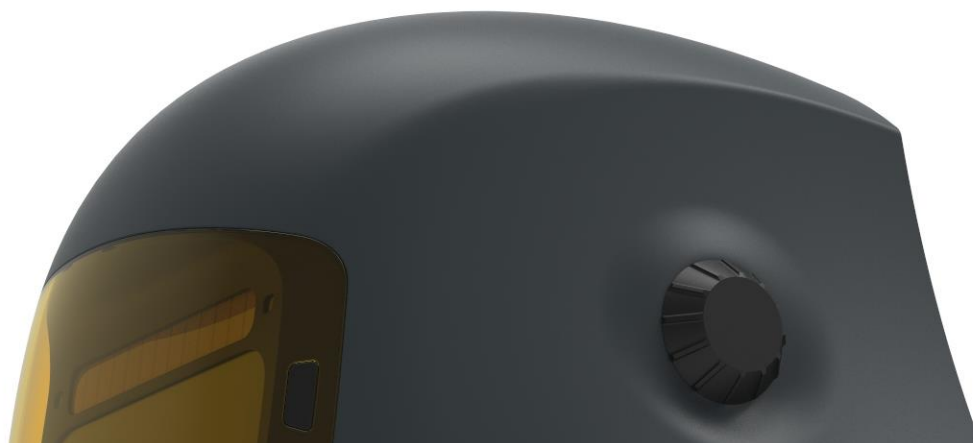
Vybrané variantní řešení počítá s oblou horní částí, která působí velmi čistým dojmem, a to zejména z profilu. Z čelního pohledu je patrná hrana tvořící přechod mezi horní a boční plochou, která se postupně vynořuje ze vzájemné návaznosti ploch v čelní části helmy, je však patrná její návaznost na linii boku krytu ADF.



Obr. 5.1 Detail horní oblé plochy



Obr. 5.2 Horní plocha z bočního pohledu



Obr. 5.3 Vznik horní boční hrany a její návaznost na kryt ADF

Spodní část s výrazným tvarovým prvkem nabízela více variant. Je možné, aby celá centrální část vystupovala mírně dopředu, což však rozbíjí plynulost spodní linie. Na druhou stranu toto řešení vytváří výraznější náznak brady svářeče či přítomnosti respirátoru, což koresponduje s funkcí helmy.

Alternativním řešením by byl prolis, který se v bradové části plynule vytratí a návaznost spodní linie bude zachována. I zde se ale nabízí více možností, jak ostrý přechod vytvořit, popřípadě jaký bude jeho profil. Stejně tak jako prolis mizí ve spodní části, postupně se vytratí i směrem vzad, kde tvoří jistý protipól přechodu bočních hran.

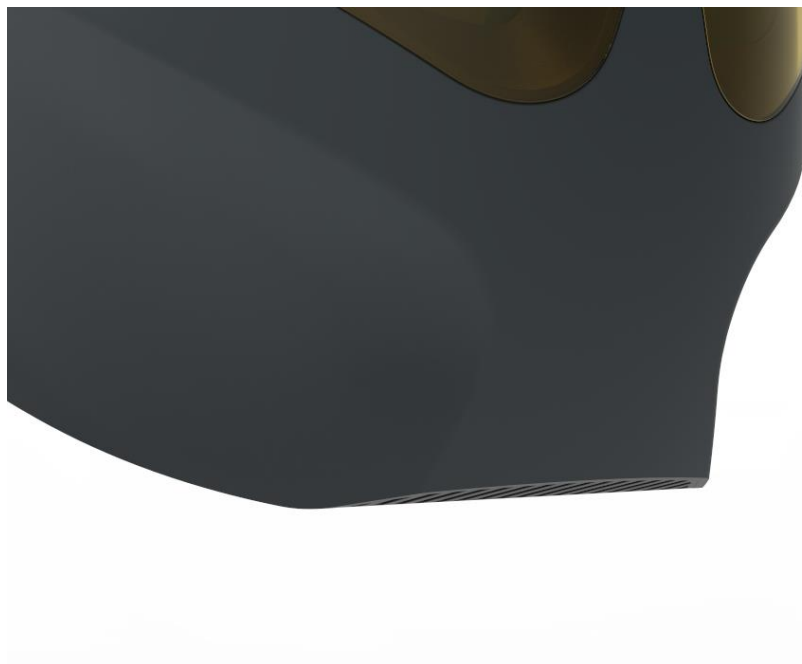
Pro konečné provedení hrana bočního prolisu vede plynule až ke spodnímu okraji helmy. Směrem vzad jsem použil již zmíněné řešení, kdy se prolis vytratí a stěna vyrovná. Směrem vzad se spodní hrana helmy vytáčí a prohýbá směrem ven. Tento tvar má více logických důvodů. Vizuálně poněkud uzavírá a ukončuje boční stěnu, která se bez něj mohla jevit náhle useknutá a ostrá. Druhým důvodem je pohodlí nasazování. Když hrana nekončí náhle a ostře, je úchop helmy příjemnější, navíc vyhnutí plochy směrem ven s trochou nadsázky naznačuje, že „hlava patří sem“.

Přední spodní část skořepiny je pak ostře seříznuta, v rovině řezu se nacházejí výdechy z helmy. Tento ostrý řez dodává tvaru přední části ráznost, výdechy působí technicky a evokují přítomnost respirátoru



Obr. 5.4 Vyhnutí bočních ploch, seříznutí s výdechy

Celkově by se dalo říct, že jednotný celek helmy můžeme rozdělit do tří částí, které vůči sobě mají určité vztahy. Horní část, jak jsem již zmínil, je tvarována jednoduše a linie společně ubíhající směrem vzad působí harmonicky. V kontrastu s horní částí stojí bradová část helmy, která má spíše agresivní formu s výrazně konkávními plochami. Zcela dole je pak již zmíněné seříznutí, které dodává jistý náznak brutality a se svými výdechy i dojem techničnosti.



Obr. 5.5 Výrazné konkávní prohnutí plochy v čelní části

Mezi těmito se pak nachází výrazný prvek krytu ADF. Záměrem bylo jej začlenit do celku, aby nešlo jen o jakési „obestavění kvádrů“ jak tomu často bývá u helem s klasickým ADF větší velikosti. Kryt ADF koresponduje jak s tvarem ADF samotného, tak i se zbytkem vnější skořepiny. Spodní část respektuje směr bočních hran ubíhajících vzad. Přiznaný prolis pro nos uživatele nemá po svém obvodu zcela křivkový průběh, v jeho horní části, která se do plochy krytu zakusuje nejvíce, se objevuje náznak horizontály, což vytváří jistý dojem stability, ostrosti, a opět svým způsobem nahrává umístění obdélníkových diod ve své bezprostřední blízkosti. Linie boku krytu tvoří spojitost s horní boční hranou skořepiny, jak je již ilustrováno výše. Horní hranice krytu je pak tvořena pouze jednoduchou linií, což reflektuje jednoduchost tvarování horní části helmy. Celkově tedy ADF zcela zapadá do vnějšího tvaru skořepiny, ačkoliv je výrazně materiálově odlišeno. (viz Obr. 5.6 na další straně)



Obr. 5.6 Detail tvarování krytu ADF

5.2 PAPR Jednotka

Design jednotky má odrážet tvarování helmy, aby obě součásti tvořily jednotný celek. Vzhledem k výrazné odlišnosti formy je jedinou cestou, jak toho dosáhnout, výběr výrazného prvku helmy a jeho opětovná aplikace při návrhu jednotky. K tomuto se jednoznačně nabízí bradová část skořepiny s výraznou hranou, prolisem a výdechy vzduchu.

Na konečném tvarování můžeme pozorovat dva výrazné společné prvky. Hlavním společným znakem je kombinace konkávních a konvexních prohnutí hlavních ploch. Tento způsob modelace je uplatněn na odnímatelném víku jednotky. Hlavní linie prolisu podobně jako u výchozího prvku helmy začíná dole v čelní části, stáčí se a dále obepíná hlavní hmotu tělesa směrem vzad. (viz Obr. 5.7 Konečný tvar PAPR jednotky na další straně)



Obr. 5.7 Konečný tvar PAPR jednotky

Druhým společným znakem je prvek nasávací mřížky, který je tvořen shodným způsobem jako prvek výdechů na samotné helmě. Umístění sání je jedním z hlavních rozdílů mezi konkurenčními výrobky, které nasávají vzduch průduchy v čelní stěně.



Obr. 5.8 Spodní část se sacími otvory

Dalším zajímavým prvkem je způsob, jakým je řešeno ovládání respirátoru a sdělovač informací o aktuálním výkonu a stavu baterie. (více v kapitole Ergonomické řešení) Díky přesunu většiny prvků na společný multifunkční displej je jediným ovládacím prvkem zbylým na jednotce otočný potenciometr k regulaci výkonu. Ovladač plynule navazuje na tvar hlavního krytu, je tak na první pohled zřejmé, kde končí celek PAPR jednotky a kde začíná spojovací segment hadice.



Obr. 5.9 Návaznost ovladače na tvar víka

6 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

6.1 Ergonomické řešení

6.1.1 Pozice ADF

Jak je již zmíněno v závěru provedené rešerše, pro finální zpracování jsem zvolil variantu helmy s nekonvenčním ADF umístěným blíže k očím svářeče. To se velmi příznivě projevuje na výhledu. Dle pozice očí figuranta jsem provedl měření zorných úhlů výhledu z helmy.



Obr. 6.1 Naměřené zorné úhly

Ve srovnání s průmyslovým standardem je hlavní masa skořepiny situována tak, že daleko více kryje hlavu, zatímco u běžných helem pro sváření bývá pevnou skořepinou chráněna jen přední polovina hlavy. Je obvyklé, že skořepina končí za otočným bodem, ve kterém je připevněna k nosnému hlavovému kříži. Prodloužení skořepiny směrem vzad je zde navíc využito k umístění přívodních kanálů pro rozvod vzduchu (viz kapitola Přívod a rozvod vzduchu)

Přiblížení ADF k očím je jediným efektivním způsobem, jak markantně zlepšit výhled z helmy, a přitom nezvyšovat její velikost nesprávným směrem.

6.1.2 Nosné prvky

Jedním z nejdůležitějších ergonomických prvků je hlavový kříž, který je bezprostředním kontaktem s hlavou uživatele a nese helmu. Samozřejmostí je možnost nastavit obvod hlavy, výšku, ve které helma sedí na hlavě, a vzdálenost ADF od očí (pohybem celé skořepiny po hlavovém kříži). Pro helmu bude použit některý z již existujících principů. Na tomto místě se též hodí konstatovat, že helma nepočítá s možností odklápění. Důvodem je její primární určení, kvůli kterému tato funkce postrádá smysl.



Obr. 6.2 Hlavový kříž Optrel [29]

PAPR jednotka je na tělo uživatele připevněna bederním pásem, ne nepodobným těm, které známe např. z turistických batohů. Někteří výrobci uchycení na pás kombinují s ramenními popruhy (viz obrázek níže). Toto řešení má však opodstatnění spíše z hlediska jistějšího upevnění jednotky, výrazné zlepšení komfortu vzhledem k relativně nízkým hmotnostem jednotek (zpravidla kolem 1,5 kg) nemůžeme očekávat. Návrh počítá s použitím nosného bederního pásu, z marketingového hlediska se nabízí prodej s možností dokoupit ramenní popruhy jako volitelné příslušenství.



Obr. 6.3 Nosné popruhy PAPR jednotky Miller Weld [6]

6.1.3 Přívod a rozvod vzduchu

Pročištěný vzduch je do helmy přiváděn hadicí, která je v oblasti týlu hlavy uživatele připevněna ke skořepině a větví se na dvě části, které dále pokračují po vnitřních stěnách helmy do její obličejové části. Vzduch pak proudí do respiračního prostoru na více pozicích na každé straně. Průduchy jsou nasměrovány jak do oblasti úst svářeče, tak směrem nahoru k ADF, kde proudění vzduchu zabrání případnému mlžení ochranného sklíčka.



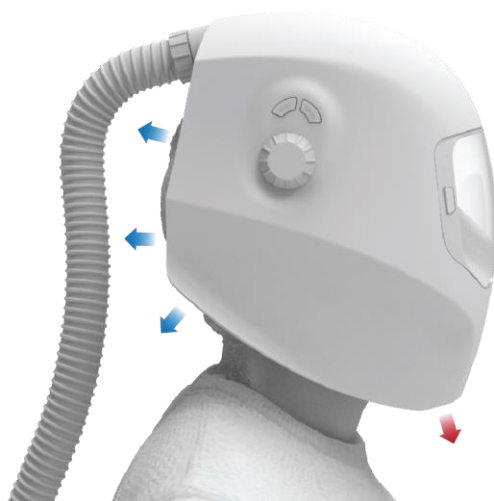
Obr. 6.4 Umístění průduchů uvnitř helmy

Jelikož helma bude po obvodu (zejména ze spodní strany) zatěsněna látkou, vyvstává otázka, jak se efektivně zbavit vydýchaného vzduchu. Umístění dalších průduchů na spodní straně helmy by mohlo být řešením. Jelikož je filtrovaný vzduch pod mírným přetlakem vháněn do oblasti úst svářeče a výše, měl by být vydechovaný vzduch tlačен vzduchem čerstvým směrem ven z helmy.



Obr. 6.5 Ilustrace fungování výdechů

V technické analýze jsem zmiňoval, že PAPR systémy nebývají zpravidla neprodyšně těsné, zejména kvůli připevnění helmy na hlavu uživatele. Navrhované řešení bere tento problém v potaz. Jelikož v helmě vzniká již popsáný mírný přetlak a vydýchaný vzduch je tlačén ven z bradové části, měl by přebytečný čerstvý vzduch unikat netěsnostmi v zadní části helmy, čímž bude při své cestě ven ze systému zároveň ventilovat hlavu svářeče, což bude s ohledem na trvalé používání helmy přínosem.



Obr. 6.6 Schéma úniku vzduchu ze systému



Obr. 6.7 Připojení PAPR k helmě

6.1.4 Ovládací prvky

Jelikož je návrh pojat jako jednotný celek helmy s PAPR filtrací, vyvstává otázka, zda je nutno řešit nastavení helmy (tedy ADF) a PAPR jednotky separátně, jak tomu bývá logicky u produktů, které se dodávají buď s filtrací vzduchu nebo bez ní. Prvoplánová integrace filtrační jednotky dává možnost sjednotit ovládání obojího, což se při správném pojetí velmi kladně projeví na celkovém zjednodušení používání.

Obsluha jednotky bude probíhat tak, že uživatel na centrálním displeji nastaví maximální hodnotu průtoku. Poté rukou pootočí ovladačem na jednotce z jeho výchozí polohy, což uvede ventilátor do chodu. Následně může otáčením volit 10 stupňů výkonu od minima až po dříve definovaný maximální průtok.

Hlavní ovládací dotykový panel, sloužící k detailnímu nastavení funkce ADF i PAPR filtrace bude umístěn uvnitř helmy na zadní straně ADF, a to v její horní části, kde je pro něj dostatek místa. Jak bylo vytyčeno mezi cíli práce, některé funkce jsou dostupné i zvenčí helmy. Na pravém boku skořepiny je umístěn přepínač režimu broušení, a volba mezi automatickým či manuálně nastaveným ADF (viz obrázek na další straně)



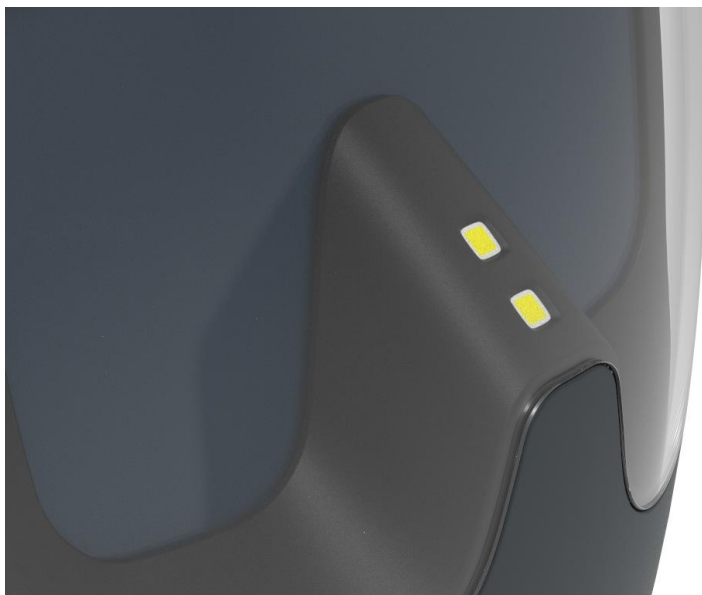
Obr. 6.8 Postranní tlačítka ke změně režimu

Dotykové ovládání displeje funguje podobným způsobem jako je tomu u již existujícího výrobku ESAB Sentinel A50 Air. Nastavení je velmi jednoduché, uživatel nejprve dotykem displej aktivuje. Následně vybere veličinu, která má být upravována, a dotykem + či – pak hodnotu upraví. Zvolené nastavení je potvrzeno buďto přepnutím do nastavení jiné veličiny, popřípadě automaticky po vypnutí displeje, které proběhne po uplynutí 5 sekund bez aktivity.

Konkrétní rozložení displeje je názorně popsáno v kapitole Grafické řešení nastavení ADF.

6.1.5 Výstražný systém

Respirátor je poháněn energií z baterie a ADF je taktéž napájeno vestavěnou baterií, která se dobíjí ze zabudovaného solárního panelu. Když se blíží vybití baterií, je potřebné upozornit pracujícího svářeče. Jelikož zvuková výstraha nemusí být v hlučném prostředí svařování zaznamenána, jako nejlepší se jeví výstraha vizuální. Za tím účelem jsou na výřezu pro nos umístěny dvě LED diody. Pokud klesne hladina jedné ze dvou baterií pod 10 % kapacity, začne pulzovat červená dioda. Její světlo se o krycí sklo odráží a svářeč si jej časem musí všimnout.



Obr. 6.9 Sdělovací diody

Podobně červená dioda upozorní na nutnost provést kontrolu filtru. Diody budou poskytovat zpětnou vazbu i při volbě režimů postranními tlačítky. Při vypnutí ADF do režimu broušení problikne dioda červená, při návratu zelená. Zpětná vazba je dobrou pojistkou, zabráňující svářeči v nechtěném oslnění se.

Při snížení výkonu ventilátoru otočným ovladačem o 1 díl opět blikne červená, při zvýšení zelená. Zde spočívá opodstatnění v tom, že uživatel by někdy mohl omylem točit na špatnou stranu. Vizuální vjem také může pomoci lepšímu zapamatování, kde na stupnici se vlastně nachází.

6.2 Konstrukčně technologické řešení

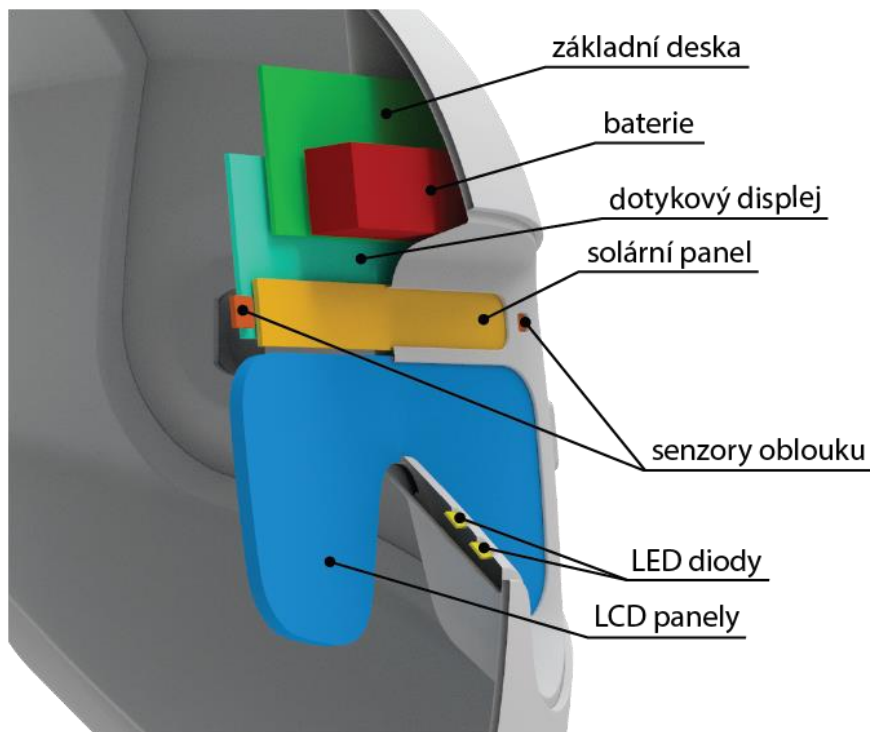
6.2.1 Použité materiály

Pro hlavní skořepinu helmy bude použit PA6.6, charakteristický svými dobrými mechanickými vlastnostmi a dobrou tepelnou odolností (tvarová stabilita do 220 °C, teplota tavení 264 °C). Do této vnější odolné skořepiny bude vsazena vložka pro uchycení ADF, na jejíž vlastnosti nebudou již kladeny tak vysoké nároky, nabízí se tedy použití levnějších a lépe zpracovatelných materiálů, jako je např. ABS. Stejná kombinace materiálů bude analogicky užita i pro nosnou stavbu PAPR jednotky.

Hlavový kříž bude taktéž plastový, pro větší pohodlí uživatele však bude v čelní oblasti polstrován, především kvůli absorpci potu. Vypolstrování se objeví i na nosném bederním pásu PAPR jednotky a případných ramenních popruzích.

6.2.2 Rozmístění funkčních prvků

ADF je společně s dotykovým displejem zabudováno v jednom funkčním celku. Prostor v čelní části helmy je využit pro umístění baterie. Senzory oblouku jsou umístěny tak, aby jejich zorné pole ve všech situacích převyšovalo zorné pole svářeče a nemohlo tak dojít k nesepnutí ADF a jeho oslnění.



Obr. 6.10 Vnitřní uspořádání ADF

6.2.3 Spojení PAPR s ADF

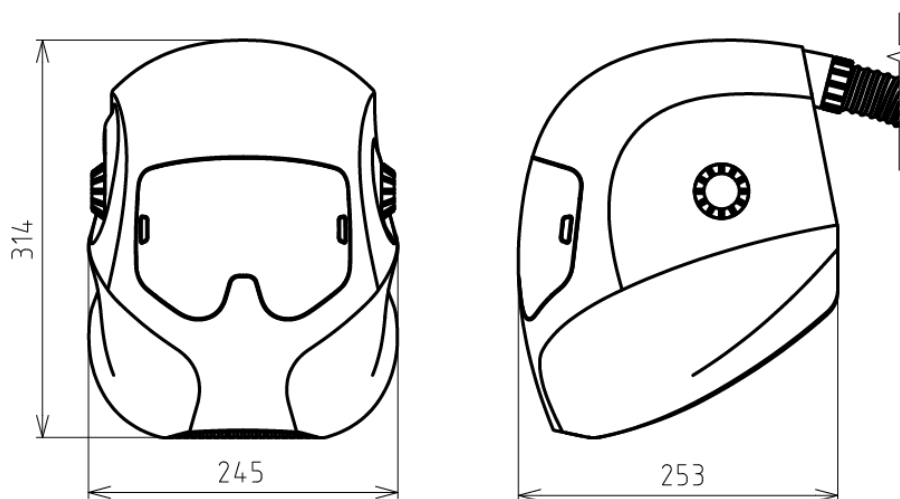
Jedním z hlavních aspektů, odlišujících toto konkrétní řešení helmy s PAPR je integrace nastavení filtrační jednotky a ADF. Za tímto účelem je nutné obojí elektronicky spojit. K řešení tohoto problému, a v zárodku i k celé myšlence takovéto integrace, jsem byl inspirován oblastí, u které je to možná nečekané. Jedná se o domácí spotřebiče, konkrétně centrální vysavač. Hadice centrálních vysavačů v sobě mají doslova zamotanou dvojlinku. Podobně je možné vyřešit i spojení PAPR jednotky s ADF. Hadicí bude zároveň veden drát, v místech připojení hadice pak bude vytvořen potřebný vodivý kontakt podobným způsobem, jak je uvedeno na obrázku níže.



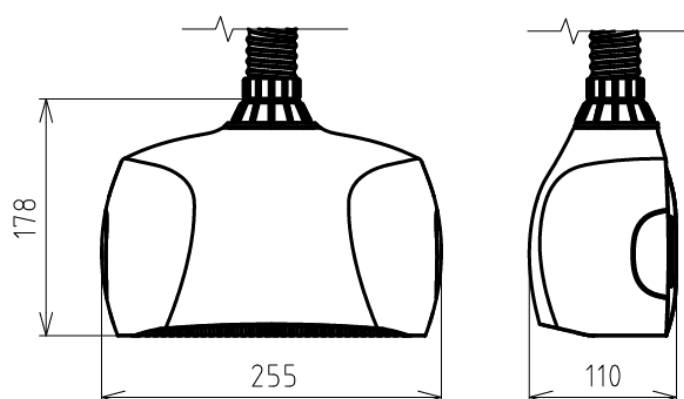
Obr. 6.11 Inspirace – koncovka hadice centrálního vysavače s vodivým spojem [30]

6.2.4 Rozměry

Rozměry nebyly voleny, vychází z požadavků vzniklých během vývoje návrhu. Hlavní vliv na rozměrové charakteristiky helmy má průměrná velikost hlavy (obvod cca 58 cm u mužů). Na model hlavy figuranta byl navržen co nevhodnější tvar ADF a kolem něj vystavěn zbytek helmy.



Obr. 6.12 Základní rozměry helmy



Obr. 6.13 Základní rozměry PAPR jednotky

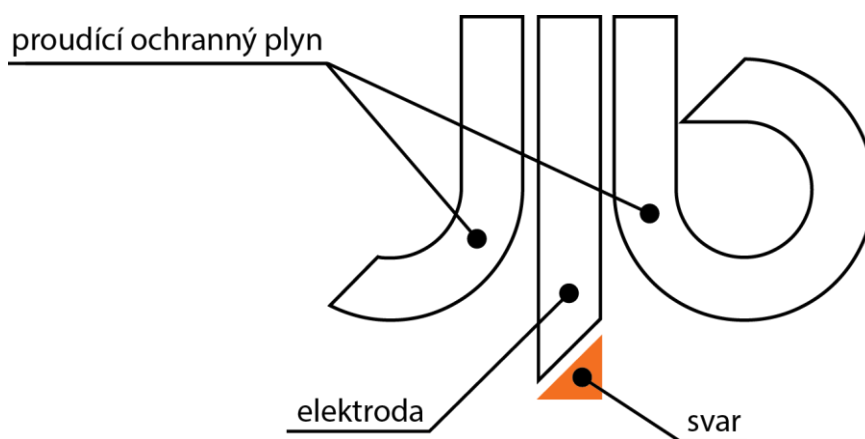
Co se týče odhadované hmotnosti, už bylo zmíněno, že váha jednotek se pohybuje okolo 1,5 kg. Nejlehčí helmy se blíží hranici 500 g, průměr je však o něco vyšší. Hmotnost celého kompletu se dle očekávání bude pohybovat mezi 2 až 2,5 kg.

7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

7.1 Logo

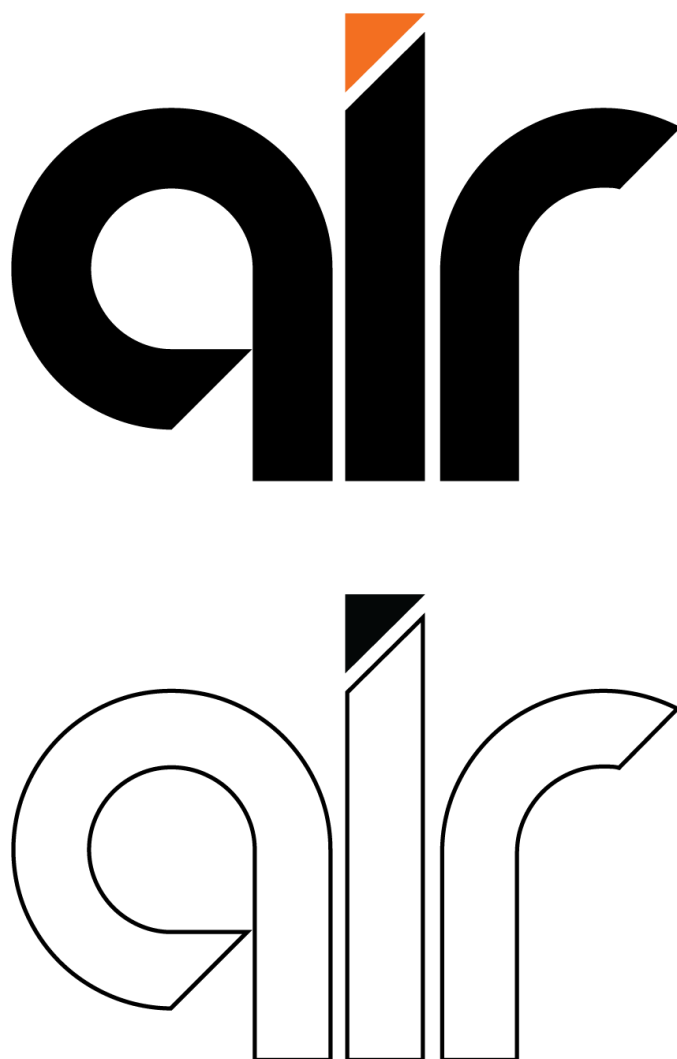
Rozhodl jsem se helmu pojmenovat AIR. Tento jednoduchý, krátký a na první pohled tuctový název má opodstatnění ve dvou rovinách. Logo vychází z fontu Stereofunk, znaky jsem jen velmi lehce pozměnil pro zdůraznění zamýšleného významu.

Air, tedy v překladu vzduch, je jedním z hlavních prvků, který dodává helmě s PAPR přidanou hodnotu. Kromě podbízející se spojitosti, kdy PAPR systém prostě čistí vzduch jsem však do loga zakomponoval samotný princip některých metod sváření. V základní orientaci nemusí být odkaz tak zřejmý, dovolím si proto logo pro účel vysvětlení obrátit.



Obr. 7.1 Skrytý význam loga aneb kdo hledá, najde

Na helmě bude použito logo ve své barevné variantě, pro propagační či jiné účely se pak nabízí i možnost použití černobílé varianty, která působí lehčím a více svěžím dojmem.



Obr. 7.2 Barevná a černobílá varianta loga

7.2 Vlastní barevné řešení

Při výběru barev byl brán zřetel především na pracovní prostředí, ve kterém bude výrobek používán. Svařování můžeme s jistotou označit za poměrně špinavou práci, přidružené činnosti jako řezání či broušení pak produkují kovové částice, které při kontaktu s měkčími povrchy mohou způsobit jejich poškrábání.

S ohledem na výše zmíněné faktory bych se vyvaroval užití křiklavých barev. Jedinou motivací by bylo použití výrazné barvy se záměrem přiznat špinavost a prvoplánově počítat s tím, že se helma časem ušpiní, ohmatá či podře, což vytvoří nepochybně zajímavou patinu. Od tohoto záměru bych však po rozvaze upustil, neboť mám obavu, že by se nesetkal s pochopením.

Daleko lepším řešením bude užití matně šedé či antracitové barvy s oživujícím akcentem další neutrální barvy, ať už půjde o tmavší či světlejší odstín. Kombinace s jinou barvou než neutrální je otázkou.



Obr. 7.3 Tmavá barevná varianta



Obr. 7.4 Světlá barevná varianta

7.3 Barevné řešení pro konkrétní výrobce

Na trhu se svářečskými helmami již figuruje několik etablovaných výrobců. Úkolem této podkapitoly je začlenit můj návrh do sortimentu vybraných známých firem za dodržení jejich vizuálního stylu.

MILLER WELD



Obr. 7.5 Miller Electric Manufacturing Co.

ESAB



Obr. 7.6 ESAB AB

MIGATRONIC



Obr. 7.7 Migatronik AS



Obr. 7.8 Fronius International GmbH

7.4 Grafické řešení nastavení ADF

Základní princip ovládání displejem byl již popsán výše, zde bych rád popsal samotné členění displeje a důvody, proč jsem zvolil právě toto grafické řešení.

Při návrhu mne výrazně inspiroval ovládací panel helmy ESAB Sentinel A50, který jsem uvedl výše v analýze. Sympatickým prvkem panelu ESAB je použití dvou barev a kombinace klasického bezpatkového písma s digitálním fontem určeným displejem. I přes relativní nesourodost celek působí velice přehledně. Nabízela by se možnost font sjednotit, ale vzhledem k tomu, že je displej poměrně hustě pokryt informacemi by mohlo dojít ke zhoršení přehlednosti. Kombinace dvou fontů navíc umožňuje použití širokého dobře čitelného digitálního fontu pro číslice a zúženého „condensed“ typu písma pro slovní obsah. Na displeji tak budou uvedena celá slova namísto kusých zkratk, přičemž stále zbude prostor pro číselný obsah, který bude navíc výrazněji odlišen.

Pro finální řešení jsem nakonec zvolil digitální čtvercové písmo Register 5x7, pro slovní popisky je použito zúžené bezpatkové písmo Steelfish.

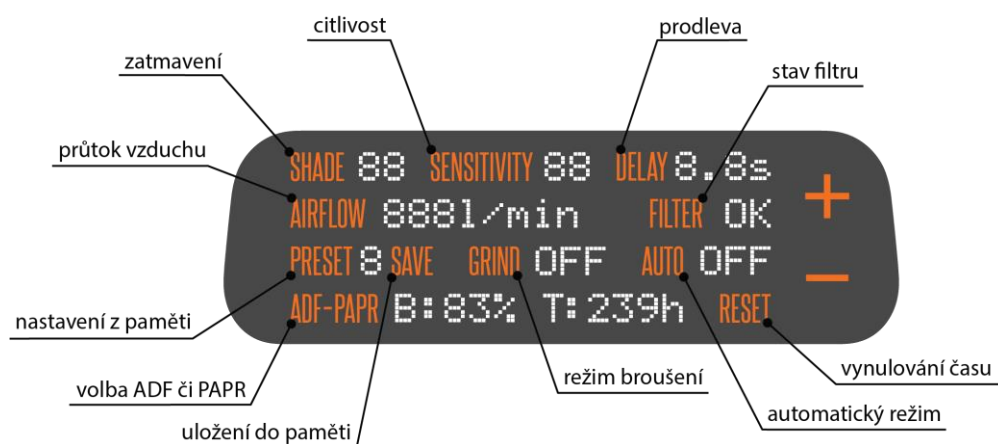
Na obrázku níže je znázorněno rozložení displeje po jeho aktivaci. Můžeme si všimnout, že zobrazené veličiny jsou logicky uspořádány.

V prvním řádku jsou umístěna nastavení, týkající se ADF, konkrétně úroveň zatmavení, citlivost sepnutí a prodleva, tedy doba do opětovného prosvětlení po zhasnutí oblouku.

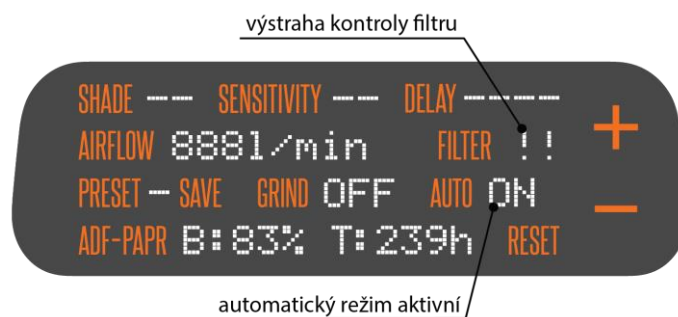
Druhý řádek patří filtrační jednotce. Uživatel zde může přednastavit maximální průtok vzduchu, v těchto přednastavených mezích je pak průtok dále regulovatelný otočným ovladačem na jednotce. Na pravé straně figuruje ukazatel stavu filtru. Jelikož je zaznamenávám čas provozu ADF i PAPR jednotky, po uplynutí určitého časového intervalu je uživatel upozorněn změnou ukazatele na dva vykřičníky, při práci je rušen problikáváním červené diody.

Třetí řádek slouží k nastavení funkčních režimů. Je možné předdefinovat 8 profilů a ty potom opětovně vybírat. Počítá se však především s použitím automatického režimu. Přepínání mezi automatickým režimem, pamětí a režimem broušení je pak dostupné i vně helmy.

Poslední řádek je věnován informaci o stavu baterií ADF i PAPR a o době jejich provozu. Z naměřeného času může uživatel poznat, kdy je dobré provést kontrolu filtru, z časového záznamu ADF pak pozná, kolik čistého času strávil svářením. Pokud kterákoliv z baterií klesne pod 10 %, bude uživatel opět upozorněn problikáváním červené diody.

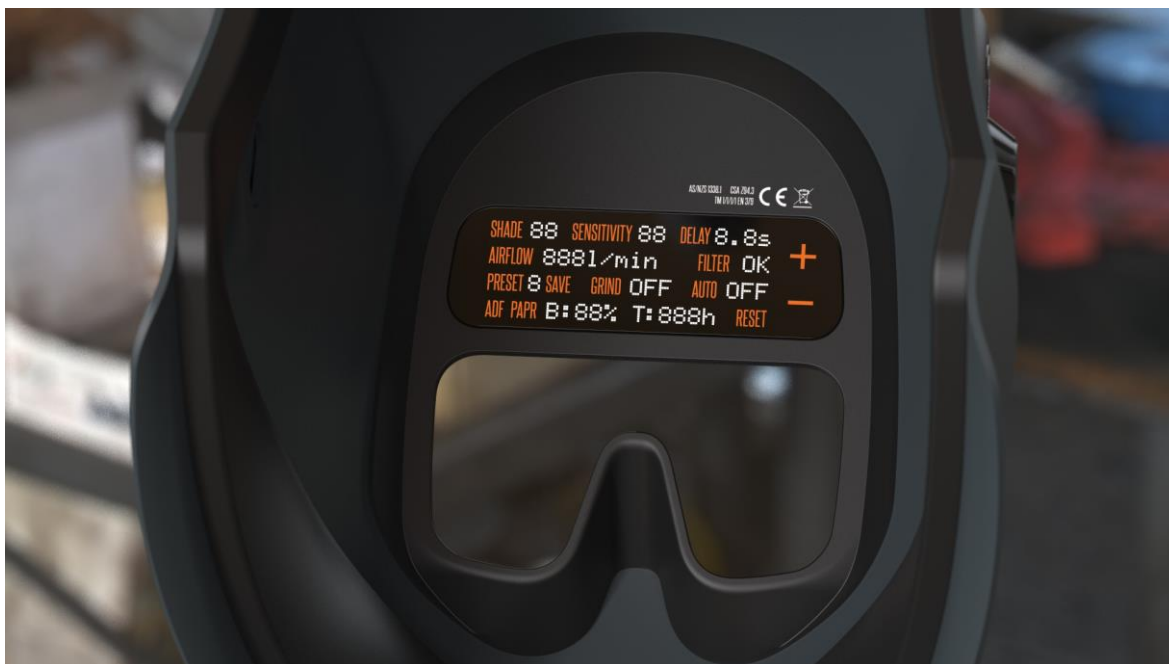


Obr. 7.9 Rozmístění funkcí na displeji



Obr. 7.10 Displej v automatickém režimu, výstraha kontroly filtru

Zvolenými barvami je bílá pro čísla a RAL 2005 pro text. Použití bílé barvy je nasnadě, křiklavá oranžová je použita především pro svou výraznost. Kromě toho byla se vyskytuje i v oranžovém prvku loga, neboť díky své sytosti evokuje rozpálené železo. Na obrázku níže můžeme názorně vidět, že oranžová bude dostatečně výrazná i v reálném prostředí.



Obr. 7.11 Vizualizace displeje v reálném prostředí

8 DISKUZE

8.1 Psychologické funkce

Psychologické působení helmy je přímo udávané jejím vzhledem. Jedním z dílčích cílů práce bylo to, aby výrobek na první pohled působil robustně a aby byl jasně identifikovatelný. Domnívám se, že z finálního návrhu je s jistotou možné vydedukovat, že se jedná o helmu svářečskou, nikoli motocyklovou či sportovní, což byl i jeden z důvodů, proč byla z prezentovaných variant zvolena právě ta první, který takovýto odkaz postrádá.

Výše jsem zmiňoval též požadavek na to, aby helma svým vzezřením odpovídala tomu, že se jedná o ochranný prostředek. Měla tedy působit tak, že svého nositele skutečně dokáže ochránit. Vizuál je ve srovnání se stávajícím sortimentem na trhu něčím zcela novým, přitom však tento aspekt splňuje – objekt ve své celkové podobě zahrnuje jak prvky harmonické a decentní, tak prvky působící technicky, pevně až hrubě.

Právě svým naprosto originálním, avšak funkčním a technickým vzhledem by helma AIR mohla zaujmout ty zákazníky, kteří při práci chtějí užívat pohodlí nejmodernějších technologií a nevypadat přitom jako hlubokomořský potápěč.

8.2 Ekonomická funkce

Vzhledem k použitým technologiím se helma zařadí mezi dražší výrobky. To je určeno několika faktory. Jednou z nejnákladnějších součástí je ADF, které za účelem naplnění cílů stanovených výše bude muset splňovat přísná kritéria. ADF užitý pro helmu AIR má komplexní tvar, disponuje funkcí automatického nastavení citlivosti a stmívání, a pro dlouhodobé používání profesionály s možností broušení je vyžadována optická třída 1/1/1/1 s velmi dobrou světelnou propustností v neaktivním stavu. ADF podobných kvalit se pohybují v cenové relaci okolo 12 000 Kč. Kompletní helma s rozvody pro PAPR se blíží k hodnotě 20 000. Připočteme-li ještě cenu PAPR jednotky, můžeme předpokládat cenu kompletu v rozmezí 30 000 až 40 000 Kč.

Trh se svářečskými helmami nabízí velké množství výrobků nižší cenové kategorie, které postačí pro běžné použití. Pokud však jde o ochranné prostředky určené profesionálům, výběr se mnohonásobně zužuje. Hlavní výrobci u svých nejkvalitnějších produktů povětšinou nabízí i verze připravené na použití s PAPR, výběr však není velký a na trhu je stále místo pro nové produkty. Kombinace helmy s PAPR a revolučním ADF je něčím neobvyklým, a na trhu existuje jediný výrobek tohoto typu (viz Optrel Panoramaxx).

8.3 Sociální funkce

Svářeč je povolání, které se podobně jako zbytek tradičních profesí potýká s nedostatkem pracovních sil, neboť poptávka po profesionálních svářečích je vysoká. Je to dáno tím, že svarové spoje se vyskytují v široké škále aplikací a některé z nich není dost dobře možné automatizovat. Právě v těchto situacích je role profesionálních svářečů nepostradatelná.

Obecným trendem dnešního průmyslu je zlepšovat pracovní pohodlí zaměstnanců. Profesionálové znají svou cenu, nechtějí pracovat v eventuálně nebezpečném prostředí ani nepohodlí.

Helma AIR by se v této situaci mohla stát přínosem pro zaměstnance i zaměstnavatele. Umožní svářečům pracovat v co nejpohodlnějších a nejbezpečnějších podmínkách, zároveň však díky svým dodatečným funkcím přispěje k celkovému urychlení výrobního procesu. Vzhledem k předpokládaným pořizovacím nákladům srovnatelným s konkurencí by tak z používání helmy AIR mohli profitovat nejen její uživatelé.

9 ZÁVĚR

Svařování je již několik desetiletí nedílnou součástí průmyslové výroby. S postupem všech technologií kupředu se otevírají nové cesty k dalšímu zlepšení a zefektivnění tohoto pracovního procesu.

Tato práce analyzuje současný stav trhu a nachází oblast, ve které by mohlo dojít ke zlepšení. Jedná se především o výhled z helmy a integraci přidružených činností do procesu svařování. Na základě provedené rozvahy a požadavků určených zadáním práce jsem zvolil co možná nejvhodnější kombinaci možných technologických řešení za účelem vzniku produktu, který posune koncept svářečských helem zase o krok dál.

Helma AIR využívá komplexního ADF, které z velké části řeší problém se špatným výhledem z helmy. Použité technologie vysoké světelnosti, režimu broušení a automatické úpravy nastavení stmívání umožňují vykonávat svařování s doprovodnými činnostmi bez nutnosti snímat helmu, zefektivňují celý pracovní proces a v neposlední řadě v kombinaci s PAPR filtrací poskytují nejlepší možnou ochranu proti veškerým faktorům ohrožujícím zdraví svářeče.

Díky nové technologii ADF se mohla pozice helmy vůči hlavě uživatele výrazně změnit, což v důsledku umožnilo vytvořit zcela originální tvarové řešení při současném splnění funkčních i bezpečnostních požadavků.

Stran uživatelského rozhraní došlo k výraznému funkčnímu sjednocení helmy a PAPR jednotky, přičemž ke kontrole důležitých funkcí slouží zabudovaný dotykový displej.

Hlubší pozornost, kterou jsem již problematice nebyl schopen poskytnout, by si jistě zasloužil systém integrace PAPR a helmy (reálnost/vhodnost navrhnutých řešení, možnosti dotykového displeje, dodatečné funkce), případně detaily týkající se proudění vzduchu (cfd simulace, ideální průměr hadic, velikost vnitřních rozvodů, umístění výdechů). Další oblastí, skýtající možnost k inovaci, je PAPR jednotka, k jejímuž návrhu jsem přistoupil pouze stran zachování funkčnosti a vizuálního sjednocení s helmou, zevrubnější přístup by mohl přinést nové závěry či řešení.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Welding helmet. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2019 [cit. 2019-02-16]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Welding_helmet
- [2] *MannGlas welding helmet* [online]. Wikimedia commons: Glogger, 2010 [cit. 2019-02-16]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MannGlas_welding_helmet_2views.jpg#/media/File:MannGlas_welding_helmet_2views.jpg
- [3] *ESAB SENTINEL A50 Welding Helmet* [online]. Göteborg: ESAB AB, 2019 [cit. 2019-02-07]. Dostupné z: <http://www.esabna.com/us/en/sentinel/index.cfm>
- [4] *ESAB SENTINEL A50 Welding Helmet: Fact sheet* [online]. Göteborg: ESAB AB, 2019 [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: https://mam.esab.com:8443/assets/1/BDBA5CC688D14EBE822C00D265DF8E7D/doc/8A03D8F0A1E34707AA2D4B872270963E/12526-en_US-FactSheet_Main-01.pdf
- [5] *ESAB SENTINEL A50 for Air: Fact sheet* [online]. Göteborg: ESAB AB, 2019 [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: https://mam.esab.com:8443/assets/1/BDBA5CC688D14EBE822C00D265DF8E7D/doc/3DF0FEA6AFF74123AF80F087696DBE16/12526A-en_WW-FactSheet_Main-01.pdf
- [6] *Powered Air Purifying Respirators (PAPR) / MillerWelds: PAPR with T94i-R* [online]. Appleton: Miller Electric Manufacturing Co., 2019 [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: <https://www.millerwelds.com/safety/respiratory/powered-air-purifying-respirators-m00482#!/?product-options-title=papr-with-t94i-r-264575>
- [7] *T94i-R PAPR* [online]. Appleton: Miller Electric Manufacturing Co., 2019 [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: <https://www.millerwelds.com/-/media/miller-electric/imported-mam-assets/product-images/7/e/b/t94i-r-papr-hose-right-264575.jpg?mw=1000&mh=1000&hash=0CA15CC0A0197BFEABD506A07198FC3566ADB586>
- [8] *3M™ Speedglas™ Welding Helmets & Respirator Systems | Speedglas U.S. | Worker Health & Safety | 3M United States* [online]. St. Paul: 3M Corporate, 2019 [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: https://www.3m.com/3M/en_US/speedglas-welding-helmets-us/
- [9] *3M SPEEDGLAS 9100* [online]. San Francisco: Shopify, 2019 [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0153/2985/products/507726HD.jpg?v=1522901297>
- [10] *3M™ Speedglas™ 9100: Specs sheet FX* [online]. St. Paul: 3M Corporate, 2016 [cit. 2019-02-12]. Dostupné z: <http://multimedia.3m.com/mws/media/1252944O/speedglas-presentation-9100fx-welding-system.pdf>

- [11] *3M SPEEDGLAS 9100 FX* [online]. San Francisco: Shopify, 2019 [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: https://cdn.shopify.com/s/files/1/0153/2985/products/547726_ee23e621-3cab-4c28-bc2c-02a256dd1426.jpg?v=1480936168
- [12] *Panoramaxx - Maximize your horizon* [online]. Wattwil: optrel, 2019 [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: https://www.optrel.com/en/eye_protection_helmets/products/show/panoramaxx/
- [13] *Samozatmívací svařovací kukla Optrel Panoramaxx PAPR (E3000)* [online]. Vrbové: VILBO, 2019 [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: <https://www.zvaracka.eu/cs/samozatmivaci-svarovaci-kukla-optrel-panoramaxx-papr-e3000>
- [14] *Schweißhelm Produkt WH70 BH3 - Jackson Safety* [online]. Goch: EWS, 2019 [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: <http://www.jackson-safety.com/wh70-bh3.html>
- [15] *High End - Jackson Safety* [online]. Goch: EWS, 2019 [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: <http://www.jackson-safety.com/high-end.html>
- [16] Svařování. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2019 [cit. 2019-02-24]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Sva%C5%99ov%C3%A1n%C3%AD#Historie>
- [17] *Protecting Against Extreme Welding Hazards* [online]. EHS, 2002 [cit. 2019-02-24]. Dostupné z: https://www.ehstoday.com/ppe/protective-clothing/ehs_imp_35645
- [18] Obloukové svařování. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2019 [cit. 2019-02-24]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Obloukov%C3%A9_sva%C5%99ov%C3%A1n%C3%AD
- [19] Decibel. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2019 [cit. 2019-02-25]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Decibel>
- [20] *The Importance of Optical Clarity* [online]. Cleveland: The Lincoln Electric Company, 2019 [cit. 2019-02-16]. Dostupné z: <https://www.lincolnelectric.com/en-us/support/welding-solutions/Pages/optical-clarity.aspx>
- [21] *3M Versaflo* [online]. St. Paul: 3M Corporate, 2019 [cit. 2019-02-25]. Dostupné z: <https://multimedia.3m.com/mws/media/1478166O/3m-versaflo-tr-300plus-brochure.pdf>
- [22] *PAPR parts exploded* [online]. Indianapolis: IOC, 2019 [cit. 2019-02-24]. Dostupné z: https://www.weldingsuppliesfromioc.com/media/catalog/product/cache/afad95d7734d2fa6d0a8ba78597182b7/p/a/papr_parts_exploded.jpg
- [23] *3M Adflo* [online]. San Francisco: Shopify, 2019 [cit. 2019-02-25]. Dostupné z: <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0795/9915/products/832000.jpg?v=1489627293>
- [24] *Functionality of an auto darkening filter* [online]. Wattwil: optrel, 2019 [cit. 2019-02-24]. Dostupné z: <https://www.optrel.com/en/technologie/blendschutzkassette-adf/funktionsweise-einer-blendschutzkassette-eines-auto-darkening-filters/>

- [25] *Jackson Safety TrueSight 2* [online]. [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: <https://weldinglist.com/wp-content/uploads/2016/05/truesight-2-lens.gif>
- [26] *Sentinel Hypervisible Control Panel* [online]. Göteborg: ESAB AB, 2019 [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: http://www.esabna.com/shared/content/images/sentinel-hypervisible-lcd-control-panel_3.jpg
- [27] *Welding - Fumes and gases* [online]. CCOHS, 2019 [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: https://www.ccohs.ca/oshanswers/safety_haz/welding/fumes.html
- [28] Ochranná maska. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2018 [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Ochrann%C3%A1_maska
- [29] *Hlavový kříž Optrel* [online]. Tábor: TAKR Technika, 2019 [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: <https://www.samozatmivacikukly.cz/Hlavovy-kriz-Optrel-d267.htm>
- [30] *Basic hose wall end grey* [online]. 2019 [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: <https://builtinvacuum.com/images/basic-hose-wall-end-grey.jpg>

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

ADF	auto darkening filter, samozatmavovací filtr
ROS/SOE	ruční obloukové svařování obalenou elektrodou
MIG/MAG	obloukové svařování tavitelnou elektrodou v ochranné atmosféře aktivního/pasivního plynu
TIG/WIG	obloukové svařování netavitelnou elektrodou v ochranné atmosféře inertního plynu
LCD	liquid-crystal display, displej s tekutými krystaly
UV	ultra violet, ultrafialové
IR	infra red, infračervené
HEPA s vysokou účinností	high-efficiency particulate arrestance, zachytávání částic
PA6.6	nylon 66, polyamid 6.6
ABS	acrylonitrile butadiene styrene, akrylonitrilbutadienstyren
LED	light emitting diode, světlo vyzařující dioda

12 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 2.1	První samozatmavovací helma firmy Hornell International (1981) [2].....	15
Obr. 2.2	Svářecí helma ESAB SENTINEL A50 Air s jednotkou PAPR [5]	16
Obr. 2.3	Svářecí helma Miller T94i-R s PAPR jednotkou [7]	17
Obr. 2.4	3M Speedglas 9100 s PAPR jednotkou 3M Adflo [9]	18
Obr. 2.5	3M Speedglas 9100 FX s odklopným ADF a PAPR jednotkou 3M Adflo [11] 19	
Obr. 2.6	Svářecí helma Optrel Panoramaxx s možností osazení PAPR jednotky [13]20	
Obr. 2.7	Helma Jackson Safety WH70, provedení bez osazení pro PAPR [14].....	21
Obr. 2.8	Optické vady 1-3 posuzované v normě EN 379 [20].....	24
Obr. 2.9	Filtrační jednotka 3M Versaflo TR-300+ [21]	25
Obr. 2.10	Rozložená PAPR jednotka firmy Miller Weld [22]	26
Obr. 2.11	Nosná část jednotky 3M Adflo s radiálním ventilátorem a indikátorem nabití baterie [23]	26
Obr. 2.12	Rozklad standardního ADF firmy Optrel [24].....	27
Obr. 2.13	UV/IR filtr odrazí ultrafialové i infračervené záření, propustí pouze viditelné spektrum utlumené LCD panelem [24]	28
Obr. 2.14	Senzory umístěné na přední straně ADF mají dané zorné pole, za zavážení stojí možnost jeho změny (např. aby nedošlo ke spuštění filtru jiným svářečem v bezprostředním okolí) [24].....	28
Obr. 2.15	Jednodušší rozhraní ADF Jackson Safety TrueView 2 se třemi režimy [25]29	
Obr. 2.16	Dotykové LCD rozhraní nastavení stmívání helmy ESAB Sentinel A50 [26] 29	
Obr. 4.1	Systém odklápění helmy Miller T94i-R [6]	35
Obr. 4.2	Varianta 1, boční a perspektivní pohled	36
Obr. 4.3	Varianta 1, alternativní provedení boku helmy.....	37
Obr. 4.4	Varianta 2, boční a perspektivní pohled	38
Obr. 4.5	Varianta 3, boční a perspektivní pohled	39
Obr. 5.1	Detail horní oblé plochy	40
Obr. 5.2	Horní plocha z bočního pohledu.....	41
Obr. 5.3	Vznik horní boční hrany a její návaznost na kryt ADF.....	41

Obr. 5.4	Vyhnutí bočních ploch, seříznutí s výdechy	42
Obr. 5.5	Výrazné konkávní prohnutí plochy v čelní části	43
Obr. 5.6	Detail tvarování krytu ADF	44
Obr. 5.7	Konečný tvar PAPR jednotky	45
Obr. 5.8	Spodní část se sacími otvory	45
Obr. 5.9	Návaznost ovladače na tvar víka	46
Obr. 6.1	Naměřené zorné úhly	47
Obr. 6.2	Hlavový kříž Optrel [29]l	48
Obr. 6.3	Nosné popruhy PAPR jednotky Miller Weld [6]	48
Obr. 6.4	Umístění průduchů uvnitř helmy	49
Obr. 6.5	Ilustrace fungování výdechů	49
Obr. 6.6	Schéma úniku vzduchu ze systému	50
Obr. 6.7	Připojení PAPR k helmě.....	50
Obr. 6.8	Postranní tlačítka ke změně režimu.....	51
Obr. 6.9	Sdělovací diody.....	52
Obr. 6.10	Vnitřní uspořádání ADF	53
Obr. 6.11	Inspirace – koncovka hadice centrálního vysavače s vodivým spojem [30]	54
Obr. 6.12	Základní rozměry helmy.....	55
Obr. 6.13	Základní rozměry PAPR jednotky	55
Obr. 7.1	Skrytý význam loga aneb kdo hledá, najde	56
Obr. 7.2	Barevná a černobílá varianta loga.....	57
Obr. 7.3	Tmavá barevná varianta	58
Obr. 7.4	Světlá barevná varianta	58
Obr. 7.5	Miller Electric Manufacturing Co.	59
Obr. 7.6	ESAB AB	60
Obr. 7.7	Migatronik AS	60
Obr. 7.8	Fronius International GmbH	61
Obr. 7.9	Rozmístění funkcí na displeji	62
Obr. 7.10	Displej v automatickém režimu, výstraha kontroly filtru	63
Obr. 7.11	Vizualizace displeje v reálném prostředí	63

13 SEZNAM PŘÍLOH

Zmenšený poster (A4)

Fotografie modelu (A4)

Sumarizační poster (A1)

Model v měřítku 1:1